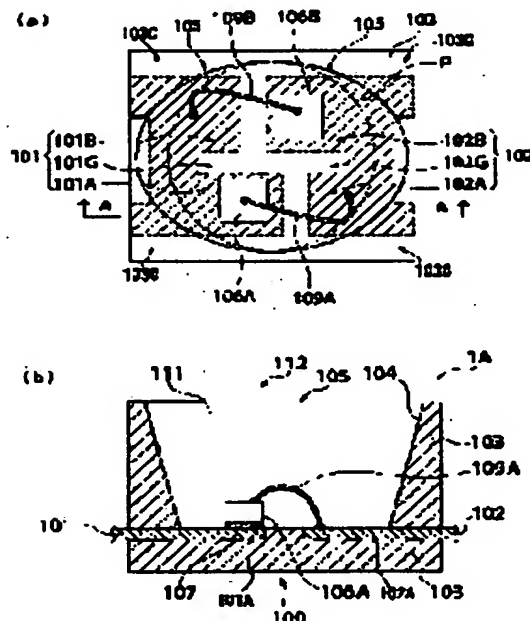


(11)Publication number : 2002-314143
(43)Date of publication of application : 25.10.2002

H01L 33/00
H01L 23/28
H01L 23/29
H01L 23/31

(72)Inventor : NITTA KOICHI
SHIMOMURA KENJI
OSHIO HIROAKI
KOMATSU TAKESHI



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-314143

(P2002-314143A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テームド (参考)

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

N 4 M 1 0 9

23/28

23/28

D 5 F 0 4 1

23/29

23/30

F

23/31

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2001-110676(P2001-110676)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(22) 出願日 平成13年4月9日(2001.4.9)

(72) 発明者 新田 康一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝マイクロエレクトロニクスセンター内

(72) 発明者 下村 健二

福岡県北九州市小倉北区下道津1-10-1

株式会社東芝北九州工場内

(74) 代理人 100088487

弁理士 松山 允之 (外1名)

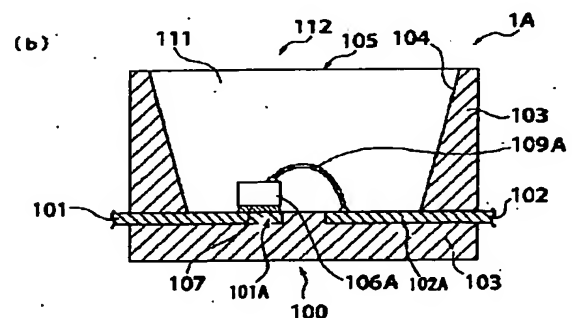
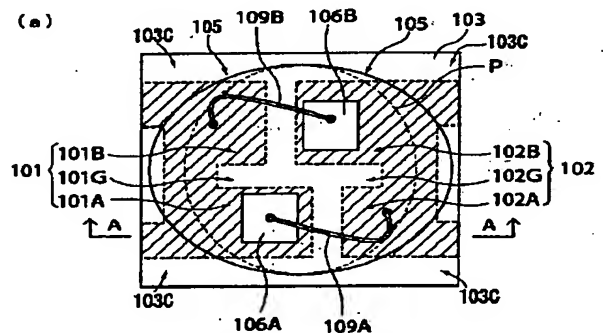
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体発光素子を樹脂で封止した発光装置において、信頼性や長期的安定性も向上させ、複数のチップをコンパクトに搭載できる発光装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 開口部を略楕円形状あるいは略偏平円形状とすることにより限られたスペースに複数のチップを効率良く配置することができる。また、ワイアをボンディングする場所とチップをマウントする場所との間に切り欠きを設けることにより、接着剤のはみ出しを防ぎ、ボンディング不良を解消することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】開口部を有する樹脂部と、

前記開口部の中に配置された第1の半導体発光素子と、
前記開口部の中に配置された半導体素子と、
前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とを覆うように前記開口部の中に設けられたシリコン樹脂と、
を備え、

前記開口部の開口形状は、略楕円形状あるいは略偏平円形状であり、

前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする発光装置。

【請求項2】前記半導体発光素子に接続されたワイアをさらに備え、

前記シリコン樹脂は、前記ワイアも覆うように設けられたことを特徴とする請求項1記載の発光装置。

【請求項3】リードと、

前記リードの少なくとも一部を埋め込んだ樹脂部と、

前記樹脂部に設けられた開口部において、前記リードにマウントされた第1の半導体発光素子と、

前記開口部において、前記リードにマウントされた半導体素子と、

前記第1の半導体発光素子と前記リードとを接続したワイアと、

前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とを覆うように前記開口部の中に設けられたシリコン樹脂と、

を備え、

前記リードにおいて、前記第1の半導体発光素子がマウントされた部分と前記ワイアが接続された部分との間に切り欠きが設けられ、

前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする発光装置。

【請求項4】第1のリードと、

第2のリードと、

前記第1及び第2のリードの少なくとも一部を埋め込んだ樹脂部と、

前記樹脂部に設けられた開口部において、前記第1のリードにマウントされた第1の半導体発光素子と、

前記開口部において、前記第2のリードにマウントされた半導体素子と、

前記第1の半導体発光素子と前記第2のリードとを接続した第1のワイアと、

前記半導体素子と前記第1のリードとを接続した第2のワイアと、

前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とを覆うように前記開口部の中に設けられたシリコン樹脂と、

を備え、

前記第1のリードにおいて、前記第1の半導体発光素子がマウントされた部分と前記第2のワイアが接続された部分との間に第1の切り欠きが設けられ、

前記第2のリードにおいて、前記半導体素子がマウント

された部分と前記第1のワイアが接続された部分との間に第2の切り欠きが設けられ、

前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする発光装置。

【請求項5】前記開口部の開口形状は、略楕円形または略偏平円形であることを特徴とする請求項3または4に記載の発光装置。

【請求項6】第1のリードと、

第2のリードと、

前記第1及び第2のリードの少なくとも一部を埋め込んだ樹脂部と、

前記樹脂部に設けられた開口部において、前記第1のリードにマウントされた第1の半導体発光素子と、

前記開口部において、前記第1のリードにマウントされた半導体素子と、

前記第1の半導体発光素子と前記第2のリードとを接続した第1のワイアと、

前記半導体素子と前記第2のリードとを接続した第2のワイアと、

前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とを覆うように前記開口部の中に設けられたシリコン樹脂と、

を備え、

前記開口部の開口形状は、略楕円形または略偏平円形であり、

前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とは、前記略楕円形または略偏平円形の長軸方向に沿って配置されてなり、

前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする発光装置。

【請求項7】第1のリードと、

第2のリードと、

前記第1及び第2のリードの少なくとも一部を埋め込んだ樹脂部と、

前記樹脂部に設けられた開口部において、前記第1のリードにマウントされた第1の半導体発光素子と、

前記開口部において、前記第1のリードにマウントされた半導体素子と、

前記第1の半導体発光素子と前記第2のリードとを接続した第1のワイアと、

前記半導体素子と前記第2のリードとを接続した第2のワイアと、

前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とを覆うように前記開口部の中に設けられたシリコン樹脂と、

を備え、

前記開口部の開口形状は、略楕円形または略偏平円形であり、

前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とは、前記略楕円形または略偏平円形の短軸方向に沿って配置されてなり、

前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上で

あることを特徴とする発光装置。

【請求項8】前記第1の半導体発光素子と前記第1のリードとを接続した第3のワイアをさらに備え、前記第1のリードにおいて、前記第1の半導体発光素子がマウントされた部分と前記第3のワイアが接続された部分との間に切り欠きが設けられたことを特徴とする請求項6または7に記載の発光装置。

【請求項9】前記第1の半導体発光素子は、前記開口部の中央に配置されたことを特徴とする請求項3～8のいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項10】前記シリコン樹脂は、前記ワイアも覆うように設けられたことを特徴とする請求項3～9のいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項11】前記半導体素子は、第2の半導体発光素子であることを特徴とする請求項1～10のいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項12】前記第1の半導体素子と前記第2の半導体素子は、互いに異なるピーク波長の光を放出することを特徴とする請求項11記載の発光装置。

【請求項13】半導体素子と、バンパによって前記半導体素子の上にマウントされた第1の半導体発光素子と、前記半導体素子及び前記第1の半導体発光素子を覆うように設けられたシリコン樹脂と、を備え、前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする発光装置。

【請求項14】開口部を有する樹脂部をさらに備え、前記半導体素子及び前記第1の半導体発光素子は、前記開口部の中央に配置されたことを特徴とする請求項13記載の発光装置。

【請求項15】前記半導体素子に接続されたワイアをさらに備え、前記シリコン樹脂は、前記ワイアも覆うように設けられたことを特徴とする請求項13または14に記載の発光装置。

【請求項16】前記半導体素子は、前記第1の半導体発光素子と並列に接続された保護用ダイオードであることを特徴とする請求項13～15のいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項17】前記シリコン樹脂に含有され、前記第1の半導体発光素子から放出される光を吸収してそれとは異なる波長の光を放出する蛍光体をさらに備えたことを特徴とする請求項1～16のいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項18】前記シリコン樹脂は、硬化前の粘度が100cP以上10000cP以下の範囲にあることを特徴とする請求項1～17のいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項19】前記シリコン樹脂は、前記開口部の開

口端から凹状に窪んだ表面を有することを特徴とする1～18のいずれか1つに記載の発光装置。

【請求項20】半導体発光素子と、前記半導体発光素子を覆うように設けられたシリコン樹脂と、前記シリコン樹脂に含有され、前記半導体発光素子から放出される光を吸収してそれとは異なる波長の光を放出する蛍光体と、

を備え、前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする発光装置。

【請求項21】前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で90以下であることを特徴とする請求項1～20のいずれか1つに記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は発光装置に関し、特に、発光特性に優れ、且つ高い信頼性も兼ね備えた発光装置に関する。

【従来の技術】LED (Light Emitting Diode: 発光ダイオード) などの半導体発光素子を搭載した発光装置は、安価で長寿命な発光装置として注目され、各種のインジケータ、光源、平面型表示装置、あるいは液晶ディスプレイのバックライトなどとして広く用いられている。

【0002】このような発光装置の典型例として、半導体発光素子を樹脂ステムにマウントしたものがあ

【0003】図37は、従来の発光装置の典型例を表す概念図である。すなわち、同図(a)はその要部構成を表す平面図であり、同図(b)はその断面図である。

【0004】同図に例示した発光装置は、「表面実装型」などと称されるものであり、パッケージ(樹脂ステム)800と、半導体発光素子802と、樹脂からなる封止体804とを有する。

【0005】樹脂ステム800は、リードフレームから成形した一対のリード805、806を熱可塑性樹脂からなる樹脂部803によりモールドした構造を有する。そして、樹脂部803には開口部801が形成されており、その中に半導体発光素子802が載置されている。そして、半導体発光素子802を包含するようにエポキシ樹脂804により封止されている。

【0006】半導体発光素子802は、リード806の上にマウントされている。そして、半導体発光素子802の電極(図示せず)とリード805とが、ワイア809により接続されている。2本のリード805、806を通して半導体発光素子802に電力を供給すると発光が生じ、その発光がエポキシ樹脂804を通して光取り出し面812から取り出される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、本発明者の検

討の結果、図37に例示したような従来の発光装置は、信頼性や長期的安定性の点で改善の余地があることが判明した。

【0008】すなわち、このような発光装置に対して、 $-40^{\circ}\text{C}\sim+110^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で700サイクルの温度サイクル試験を実施すると、図38に例示した如くエポキシ樹脂804にクラックCが発生したり、また、樹脂ステム800との界面Iにおいて剥離が生じたりする現象が見出された。また、半導体発光素子802に「割れ」が生じたり、半導体発光素子802がマウント面から剥離したり、あるいはワイヤ809に断線が生ずる場合もあった。

【0009】図37に例示したような発光装置の場合、通常の民生用として要求されている温度サイクル試験のレベルは、100サイクルであり、車載用としても300サイクルであることから、現行の要求は満たしていることとなるが、今後、さらなる信頼性の向上を目指すためには、根本的な対処が必要である。

【0010】そして、同様の事情は図37に例示した発光装置に限らず、半導体素子をエポキシ樹脂で封止した構造のものに共通して存在する。

【0011】本発明者は、故障のメカニズムを詳細に調べた結果、エポキシ樹脂804が物性的に硬くて脆く、硬化時のストレスが大きく、さらに外囲器である熱可塑性樹脂の樹脂部803との密着性にも改善の余地があることを知得した。

【0012】また、これとは別に、図37に例示したような発光装置において、開口部801の中に2つ以上のチップを搭載したい場合がある。

【0013】例えば、同一の発光波長の2つ以上の半導体発光素子を搭載すれば、出力を増強することができる。

【0014】また、互いに異なる発光波長の2つ以上の半導体発光素子を搭載すれば、それらの混合色が得られ、色表現が多様化できる。この場合には、例えば、補色関係にある2色を用いて白色発光も可能である。

【0015】また、半導体発光素子と、この発光素子を保護するための素子を同一パッケージに搭載したい場合がある。具体的には、窒化物半導体を用いた発光素子の場合、静電気(ESD)などから保護するために、ツェナー・ダイオードを並列逆方向に接続することが必要とされる場合が多い。

【0016】しかし、図37に例示したような発光装置の場合、チップをマウントする十分なスペースがなく、また、ワイヤをボンディングするスペースも十分でなかった。さらに、狭い開口部に2つのチップを無理に詰め込んだ場合、発光素子の光軸が開口部の中心から大幅にずれてしまい、放出される光の強度分布すなわち配光特性が非対称状となってしまう。すると、例えば、液晶ディスプレイのバックライトなどの用途において要求さ

れる均一な発光パターンを満たすことができない。

【0017】図39は、本発明者が本発明に至る過程で試作した発光装置の平面構成を表す概念図である。

【0018】すなわち、同図に例示した発光装置は、樹脂部903に略長方形の開口901を設け、その底面において対向するリード905、906にそれぞれ、チップ902A、902Bをマウントしている。そして、これらチップ902A、902Bから、対向するリード906、905にワイヤ909A、909Bがそれぞれ接続される。

【0019】しかし、この発光装置を試作評価した結果、以下の問題があることが判明した。

【0020】第1の問題は、チップ902A、902Bをマウントする際にはみ出した接着剤が原因となって、ワイヤ909A、909Bのボンディングが不十分となることである。すなわち、チップ902A、902Bをリードにマウントする際には、通常、銀(Ag)ペーストなどのペースト類や、金スズ(AuSn)や金ゲルマニウム(AuGe)などの半田などが用いられる場合が多い。

【0021】しかし、マウントの際には、これらの接着剤がリード905、906の上ではみ出すことが多い。この「はみ出し」がワイヤのボンディング領域に達すると、ワイヤ909A、909Bを熱圧着、あるいは超音波熱圧着することが困難となる。例えば、銀ペーストが付着していると、いわゆる「ブリーディング」が生じてワイヤのボンディングが困難にする。また、一旦ボンディングできてもワイヤの付着強度が大幅に低下する場合が多い。

【0022】これを防ぐために、ワイヤをボンディングする場所をチップから離そうとすると開口部901を大きくする必要があり、寸法上の制限と相反する。

【0023】第2の問題は、図示した如く開口部901を略長方形とすると、樹脂部903の側壁の厚みが一樣に薄くなり、機械的な強度が不足することである。この問題は、特に、開口部の中に充填する封止体が柔らかい樹脂の場合に深刻となる。例えば、充填する封止体としてシリコン樹脂などを用いると、エポキシ樹脂を用いた場合と比較して残留ストレスが低減し、封止体のクラックやワイヤの断線などを大幅に低減できる。しかし、シリコン樹脂は比較的柔らかいため、樹脂部903の側壁が肉薄になると、横方向からの外力がチップやワイヤまで影響を及ぼす場合がある。例えば、アセンブリやテストなどのために、発光装置を側面から挟み込んでピックアップすると、その力がチップやワイヤにまで及んでワイヤの変形などが生ずる場合があった。

【0024】第3の問題は、図示した如く開口部901を略長方形とすると、その中に充填する樹脂の量が増えて、樹脂ストレスが増大することである。すなわち、開口部901に充填される樹脂は、その硬化の際、あるい

はその後の昇温や冷却などにより、ストレスを生ずる。

【0025】このストレスは、充填される樹脂の量に応じて変化し、充填量が多いと、樹脂ストレスも大きくなる傾向がある。しかも、図38に関して前述したように、エポキシ樹脂はストレスが大きい。

【0026】その結果として、図示した如く略長方形の開口部901に封止樹脂を充填すると、樹脂ストレスが大きくなり、チップ902A、902Bの剥離や、ワイア909A、909Bの変形あるいは断線が生じやすくなるという問題があることが判明した。

【0027】つまり、発光装置に2つ以上のチップを搭載しようとする、装置の外法の要請とは相反する問題が生ずる。

【0028】以上説明したように、従来の発光装置は、複数のチップを搭載することが容易でなく、また信頼性の点でも改善の余地があった。

【0029】本発明は、かかる課題の認識に基づいてなされたものである。すなわち、その目的は、半導体発光素子を樹脂で封止した発光装置において、信頼性や長期的安定性を大幅に向上させ、複数のチップをコンパクトに搭載できる発光装置を提供することにある。

【0030】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の発光装置は、開口部を有する樹脂部と、前記開口部の中に配置された第1の半導体発光素子と、前記開口部の中に配置された半導体素子と、前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とを覆うように前記開口部の中に設けられたシリコン樹脂と、を備え、前記開口部の開口形状は、略楕円形状あるいは略偏平円形状であり、前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする。

【0031】このような独特の開口形状とシリコン樹脂とを採用することにより、樹脂ストレスを顕著に低減して、発光特性と信頼性を飛躍的に向上させた発光装置を実現できる。

【0032】ここで、前記半導体発光素子に接続されたワイアをさらに備え、前記シリコン樹脂は、前記ワイアも覆うように設けられたものとしてすることができる。

【0033】または、本発明の発光装置は、リードと、前記リードの少なくとも一部を埋め込んだ樹脂部と、前記樹脂部に設けられた開口部において、前記リードにマウントされた第1の半導体発光素子と、前記開口部において、前記リードにマウントされた半導体素子と、前記第1の半導体発光素子と前記リードとを接続したワイアと、前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とを覆うように前記開口部の中に設けられたシリコン樹脂と、を備え、前記リードにおいて、前記第1の半導体発光素子がマウントされた部分と前記ワイアが接続された部分との間に切り欠きが設けられ、前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする。

る。

【0034】または、本発明の発光装置は、第1のリードと、第2のリードと、前記第1及び第2のリードの少なくとも一部を埋め込んだ樹脂部と、前記樹脂部に設けられた開口部において、前記第1のリードにマウントされた第1の半導体発光素子と、前記開口部において、前記第2のリードにマウントされた半導体素子と、前記第1の半導体発光素子と前記第2のリードとを接続した第1のワイアと、前記半導体素子と前記第1のリードとを接続した第2のワイアと、前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とを覆うように前記開口部の中に設けられたシリコン樹脂と、を備え、前記第1のリードにおいて、前記第1の半導体発光素子がマウントされた部分と前記第2のワイアが接続された部分との間に第1の切り欠きが設けられ、前記第2のリードにおいて、前記半導体素子がマウントされた部分と前記第1のワイアが接続された部分との間に第2の切り欠きが設けられ、前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする。

【0035】ここで、前記開口部の開口形状は、略楕円形または略偏平円形とすることができる。

【0036】または、本発明の発光装置は、第1のリードと、第2のリードと、前記第1及び第2のリードの少なくとも一部を埋め込んだ樹脂部と、前記樹脂部に設けられた開口部において、前記第1のリードにマウントされた第1の半導体発光素子と、前記開口部において、前記第1のリードにマウントされた半導体素子と、前記第1の半導体発光素子と前記第2のリードとを接続した第1のワイアと、前記半導体素子と前記第2のリードとを接続した第2のワイアと、前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とを覆うように前記開口部の中に設けられたシリコン樹脂と、を備え、前記開口部の開口形状は、略楕円形または略偏平円形であり、前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とは、前記略楕円形または略偏平円形の長軸方向に沿って配置されてなり、前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする。

【0037】または、本発明の発光装置は、第1のリードと、第2のリードと、前記第1及び第2のリードの少なくとも一部を埋め込んだ樹脂部と、前記樹脂部に設けられた開口部において、前記第1のリードにマウントされた第1の半導体発光素子と、前記開口部において、前記第1のリードにマウントされた半導体素子と、前記第1の半導体発光素子と前記第2のリードとを接続した第1のワイアと、前記半導体素子と前記第2のリードとを接続した第2のワイアと、前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とを覆うように前記開口部の中に設けられたシリコン樹脂と、を備え、前記開口部の開口形状は、略楕円形または略偏平円形であり、前記第1の半導体発光素子と前記半導体素子とは、前記略楕円形または

略偏平円形の短軸方向に沿って配置されてなり、前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする。

【0038】ここで、前記第1の半導体発光素子と前記第1のリードとを接続した第3のワイアをさらに備え、前記第1のリードにおいて、前記第1の半導体発光素子がマウントされた部分と前記第3のワイアが接続された部分との間に切り欠きが設けられたものとすることができる。

【0039】また、前記第1の半導体発光素子は、前記開口部の中央に配置されたものとすることができる。

【0040】また、前記シリコン樹脂は、前記ワイアも覆うように設けられたものとすることができる。

【0041】また、前記半導体素子は、第2の半導体発光素子であるものとするれば、2つの発光素子から強い光出力を取り出したり、異なる波長の混色光を得ることができる。

【0042】また、前記第1の半導体素子と前記第2の半導体素子は、互いに異なるピーク波長の光を放出するものとするれば、混合色を得ることができる。

【0043】または、本発明の発光装置は、半導体素子と、バンプによって前記半導体素子の上にマウントされた第1の半導体発光素子と、前記半導体素子及び前記第1の半導体発光素子を覆うように設けられたシリコン樹脂と、を備え、前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする。

【0044】ここで、開口部を有する樹脂部をさらに備え、前記半導体素子及び前記第1の半導体発光素子は、前記開口部の中央に配置されたものとすることができる。

【0045】また、前記半導体素子に接続されたワイアをさらに備え、前記シリコン樹脂は、前記ワイアも覆うように設けられたものとすることができる。

【0046】また、前記半導体素子は、前記第1の半導体発光素子と並列に接続された保護用ダイオードであるものとすることができる。

【0047】また、前記シリコン樹脂に含有され、前記第1の半導体発光素子から放出される光を吸収してそれとは異なる波長の光を放出する蛍光体をさらに備えたものとすることができる。

【0048】また、前記シリコン樹脂は、硬化前の粘度が100cp以上10000cp以下の範囲にあるものとすることができる。

【0049】また、前記シリコン樹脂は、前記開口部の開口端から凹状に窪んだ表面を有するものとするができる。

【0050】または、本発明の発光装置は、半導体発光素子と、前記半導体発光素子を覆うように設けられたシリコン樹脂と、前記シリコン樹脂に含有され、前記半導体発光素子から放出される光を吸収してそれとは異

なる波長の光を放出する蛍光体と、を備え、前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で50以上であることを特徴とする。

【0051】ここで、前記シリコン樹脂の硬度は、JISA値で90以下であるものとすることができる。

【0052】なお、本願において「偏平円形」とは、一対の曲線部が一対の略直線部により接続された形状をいい、ここで、曲線部は円弧状でもよいが、完全な円弧状でなくてもよい。

【0053】なお、本願において「シリコン樹脂」とは、アルキル基やアリール基などの有機基をもつケイ素原子が酸素原子と交互に結合した構造を骨格として有する樹脂をいう。もちろん、この骨格に他の添加元素が付与されたものも「シリコン樹脂」に含むものとする。

【0054】なお、本願において「蛍光体」とは、波長変換作用を有するものを包含し、例えば、無機蛍光体のみならず、有機蛍光体あるいは波長変換作用を有する有機色素も含むものとする。

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。

(第1の実施の形態) まず、本発明の第1の実施の形態として、封止体の材料としてシリコン樹脂を用い、なお且つチップの配置パターンを工夫した発光装置について説明する。

【0055】図1は、本発明の第1の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を表す模式図である。すなわち、同図(a)はその平面図、同図(b)はそのA-A線断面図である。

【0056】本実施形態の発光装置1Aは、樹脂ステム100と、その上にマウントされた半導体発光素子106Aと、保護用ツェナー・ダイオード106Bと、これらを覆うように設けられた封止体111と、を有する。

【0057】封止樹脂ステム100は、リードフレームから形成したリード101、102と、これと一体的に成形されてなる樹脂部103と、を有する。

【0058】樹脂部103は、典型的には、熱可塑性樹脂からなる。熱可塑性樹脂としては、例えば、ナイロン系のもので、不活性な結合基を有するものを用いることができる。

【0059】熱可塑性樹脂としては、例えば、液晶ポリマ(LCP)、ポリフェニレンサルファイド(PPS: 熱可塑性プラスチック)、シンジオタクチックポリスチレン(SPS: 結晶性ポリスチレン)などの高耐熱性樹脂を用いることができる。また、樹脂部103の外形の平面形状は、例えば、2.0mm×2.0mm~6.0mm×6.0mm程度の略正方形、または2.0mm×3.0mm~5.0mm×7.0mm程度の略長方形などとすることができる。

【0060】リード101、102は、それぞれの一端が近接対向するように配置されている。リード101、

102の他端は、互いに反対方向に延在し、樹脂部103から外部に導出されている。

【0061】樹脂部103には開口部105が設けられ、半導体発光素子106A及びダイオード106Bは、その底面にマウントされている。開口部105の平面形状は、図示した如く略楕円形あるいは略偏平円形である。そして、素子106A、106Bを取り囲む樹脂部103の内壁面は光取り出し方向に向けて傾斜し、光を反射する反射面104として作用する。

【0062】図1に例示した本実施形態の発光装置は、(1)封止体111の材料、(2)開口部105の形状、(3)開口部105の中のリードやチップの配置、に特徴を有する。

【0063】まず、封止体111の材料について説明する。本発明においては、開口部105内に充填された封止体111として、従来の「エポキシ樹脂」の代わりに、「シリコン樹脂」を用いている。

【0064】すなわち、シリコン樹脂は、エポキシ樹脂と比較すると、脆性が低く、クラックが生じにくい。また、本発明において用いるシリコン樹脂は、熱可塑性樹脂などからなる樹脂部103との付着強度も強く、耐湿性が高く温度ストレスによるクラックや剥離も少ない。また、シリコン樹脂を充填することにより周囲の温度変化による発光素子106AおよびAuワイヤ109に対する樹脂ストレスを著しく軽減させることができる。さらに、シリコン樹脂は、エポキシ樹脂と比べると、発光素子106Aなどから照射される光に対する耐光性も強い。

【0065】本発明者は、この観点からさらに検討を進めた結果、シリコン樹脂の中でも、硬度が高い「ゴム状」のシリコン樹脂を用いると優れた結果が得られることを見出した。すなわち、シリコン樹脂としては、通常は、JIS規格の硬度であるJISA硬度値がおおよそ30~40のものが広く知られている。これは、「ゲル状」に近い物性を有し、物理的に柔らかいものである。以下、このシリコン樹脂を「ゲル状シリコン樹脂」と称する。

【0066】これに対して、「ゴム状シリコン樹脂」は、JISA硬度がおおよそ50~90の範囲にある。ちなみに、従来の発光装置の封止体材料として広く用いられているエポキシ樹脂は、JISA硬度がおおよそ95前後である。

【0067】本発明者は、「ゴム状シリコン樹脂」と「ゲル状シリコン樹脂」とを独自に比較検討した結果、以下の知見を得た。

【0068】(1)図1に例示したような発光装置は、所定領域に半田が被覆された実装基板に対して、リード101、102の外部に突出した部分(「アウターリード」などと称される)を固定する際に、「リフロー」などと称される半田溶融の工程を経ることが多い。しか

し、ゲル状シリコン樹脂の場合、加熱すると軟化し、樹脂部103との界面において剥離などが生ずる場合があった。

【0069】これに対して、ゴム状シリコン樹脂の場合は、このような現象は見られず、110℃を越える条件においても、発光装置が安定した動作を示した。

【0070】(2)ゲル状シリコン樹脂は柔らかいため、発光素子106Aやワイヤ109A、109Bなどに与えるストレスは小さい反面、外力に対して弱いという欠点を有する。すなわち、図1に例示したような発光装置は、例えば「表面実装型」のランプとして用いられ、アセンブリ装置により実装基板などにマウントされることが多い。この際に、アセンブリ装置の吸着コレットが封止体111の表面に圧接される場合が多い。JISA硬度が30~40のゲル状シリコン樹脂を用いた場合には、吸着コレットを押し当てることにより、封止体111が変形し、これに伴ってワイヤ109A(109B)が変形、断線したり、発光素子106A(ダイオード109B)にストレスが与えられる場合がある。

【0071】これに対して、JISA硬度が50~90のゴム状シリコン樹脂を用いた場合には、発光装置の選別やアセンブリ時における選別装置やアセンブリ装置によるシリコン樹脂の変形を防止できる。

【0072】以上(1)及び(2)に説明したように、シリコン樹脂の中でも、ゴム状シリコン樹脂を用いることにより、発光特性、信頼性、機械的強度などをさらに改善できる。

【0073】シリコン樹脂の硬度を上げる方法のひとつとしては、チクソ性付与剤を添加する方法を挙げることができる。

【0074】また、シリコン樹脂を充填する際には、開口の狭いノズルを通して、樹脂ステム100の開口部105の中に滴下する。しかる後に、硬化させて形成する。この際に、特に硬化前の粘度が100cp~10000cpのシリコン樹脂を用いると、発光素子106A(ダイオード109B)やワイヤ109A(109B)に過度のストレスを与えることなく、狭い開口部にもくまなく充填でき、また硬化の際の残留ストレスも十分に低い範囲に抑制できることが分かった。

【0075】以上説明した知見に基づいて本発明者が行った一実施例によれば、硬化前の粘度が1000cpで硬化後のJISA硬度値が70のゴム状シリコン樹脂を用いて図1の発光装置を試作し、-40℃~+110℃の温度範囲で温度サイクル試験を実施したところ、1500サイクルでも、シリコン樹脂からなる封止体111のクラックや剥離、発光素子106A(ダイオード109B)の割れや剥離、ワイヤ109A(109B)の断線などの問題は全く生じなかった。なお、この温度サイクル試験は、本願出願時においてさらに継続中である。

【0076】これに対して、エポキシ樹脂を用いた発光装置も試作し、同様の評価を行った結果、700サイクル前後でエポキシ樹脂にクラックが生じた。すなわち、シリコン樹脂を用いたものは、エポキシ樹脂を用いたものと比較して、大幅に信頼性が向上していることが確認できた。

【0077】本発明者はさらに、シリコン樹脂とエポキシ樹脂を用いた場合について、それぞれ半導体発光素子に負荷される応力について定量的な解析を行った。

【0078】この解析においては、パッケージの樹脂部103に深さ0.9mmで直径2.4mmの円形の開口

樹脂	弾性率 (MPa)	240℃における応力 (MPa)
		A点 B点
エポキシ樹脂	2372	3.5×10^{-6} 1.1×10^{-6}
シリコン樹脂	48	1.7×10^{-6} 7.8×10^{-7}

ここで、240℃という温度は、発光装置を実装基板などに半田リフローにより固定する際に負荷されうるピーク温度である。このように発光装置を昇温すると、樹脂の熱膨張に応じた応力が発光素子に負荷される。

【0080】エポキシ樹脂において生ずる、 3.5×10^{-6} という応力レベル、本発明者が行った信頼性試験の統計によれば、 $-40^{\circ}\text{C} \sim +110^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で温度サイクル試験を実施した時に、約1000サイクル未満でワイアの断線が生ずるレベルである。

【0081】これに対して、シリコン樹脂の場合、発光素子に負荷される応力は、エポキシ樹脂の場合の応力の半分程度である。このように応力が少ない結果として、発光装置において樹脂のクラックや発光素子の剥離あるいはワイアの変形や断線などが抑制され、1500サイクルの温度サイクルにおいても、故障が皆無であるという、極めて高い信頼性が得られたものと考えられる。

【0082】以上詳述したように、シリコン樹脂、特にゴム状シリコン樹脂を用いることにより、従来のエポキシ樹脂に生じることがあった、クラックや剥離、あるいはワイアの断線などの可能性を低減することができることが確認された。

【0083】ところで、シリコン樹脂を用いると、半導体発光素子106から放出される光あるいは発光装置の外部から侵入する光に対する耐久性も改善されるという効果も得られる。すなわち、エポキシ樹脂の場合、光の照射により変色が生じ、当初は透明であっても、長期間の使用により光透過率が低下するという問題があった。

【0084】この現象は、光の波長が短いほど顕著となり、例えば、紫外線が照射された場合には、当初は透明なエポキシ樹脂が変色し、黄色から茶褐色さらには黒色になる。その結果として、光の取り出し効率が大幅に低下するという問題が生ずることがある。このような紫外線は、発光装置の外部から侵入する場合もある。

を設け、その底部に半導体発光素子106をマウントし、JISA硬度70のシリコン樹脂を充填した発光装置を対象とした。また、比較例として、同様の構成にエポキシ樹脂を充填したものを対象とした。いずれの発光装置においても、半導体発光素子のサイズは、 $200\mu\text{m} \times 200\mu\text{m}$ で厚みが $150\mu\text{m}$ とした。

【0079】そして、この発光装置を240℃に昇温した状態で、半導体発光素子の上面(光出射面)の四隅端部(A点)と下面(マウント面)の四隅端部(B点)において発光素子に負荷される応力を解析した。その結果を以下に示す。

240℃における応力 (MPa)

A点	B点
3.5×10^{-6}	1.1×10^{-6}
1.7×10^{-6}	7.8×10^{-7}

【0085】これに対して、本発明者は、独自の試作検討の結果、シリコン樹脂を用いると極めて良好な結果が得られることを知得した。すなわち、シリコン樹脂を用いた場合、紫外線などの短波長光を長期間照射しても、変色などの劣化は殆ど生じない。その結果として、耐光性あるいは耐候性に優れた発光装置を実現できる。

【0086】なお、図1に例示した発光装置において、樹脂部103に、光反射性を付与することもできる。例えば、樹脂部103を、65重量%以上の熱可塑性樹脂と充填量35重量%以下の充填剤とにより形成する。そして、充填剤が、酸化チタニウム(TiO_2)、酸化シリコン、酸化アルミニウム、シリカ、アルミナ等の高反射性の材料を含有し、例えば、酸化チタニウムの含有量を10~15重量%とする。このように光を反射させる拡散材を添加した樹脂部により反射面104を構成することにより、素子106からの光を上方に反射し、発光装置の高輝度が実現できる。また、反射面104の形状を回転放物線形状などとすると、さらに高出力、高品質の発光装置を提供できる。

【0087】また、シリコン樹脂からなる封止体111にもこのような拡散材を分散させることにより、光の配光特性をブロードに広げることが可能である。

【0088】以上、封止体111の材料について詳述した。

【0089】次に、開口部105の形状、及びその中でリードやチップの配置について詳述する。

【0090】図1に例示した発光装置においては、開口部105は、略楕円形状に形成されている。

【0091】また、このような開口部の中を見ると、リード101とリード102とは分離されており、また、分離されたリード101の先端付近に切り欠き101Gが設けられ、領域101Aと101Bとに分割されている。同様に、分離されたリード102の先端付近には102Gが設けられ、領域102Aと102Bとに分割されている。

【0092】そして、発光素子106Aは、銀(Ag)ペーストなどの接着剤107によって、領域101Aにマウントされ、ダイオード106Bも、同様に銀(Ag)ペーストなどの接着剤107によって領域102Bにマウントされている。

【0093】さらに、発光素子106Aに設けられた電極(図示せず)から対向する領域102Aにワイア109Aが接続され、ダイオード106Bに設けられた電極(図示せず)から対向する領域101Bにワイア109Bが接続されている。

【0094】以上説明した構成により、以下の作用効果が得られる。

【0095】まず、本発明によれば、リード101、102の先端付近に切り込み101G、102Gを設けることにより、チップ106A及び106Bをマウントする部分(101A、102B)と、ワイア109A及び109Bをボンディングする部分(101B、102A)と、を分離した。こうすることにより、チップをマウントする際に銀ペーストなどがはみ出しても、ワイアをボンディングする部分は清浄に保たれ、ワイアのボンディング不良を解消することができる。

【0096】また、本発明によれば、図1(a)に点線Pで例示したように従来は略円形であった開口部の形状を、長軸方向の長さが短軸方向の長さよりも長い形状、例えば略楕円形あるいは略偏平円形とすることにより、開口部105の面積を効果的に増やして、2以上のチップをマウントし且つそれらからワイアをボンディングするスペースも確保することができる。

【0097】さらに、本発明によれば、開口部をこのように略楕円形あるいは略偏平円形とすることにより、発光素子をできるだけ開口部の中心付近に配置することが容易となる。

【0098】さらに、本発明によれば、開口部をこのように略楕円形あるいは略偏平円形とすることにより、樹脂部103の側壁のうちで、角(コーナー)の部分103Cを肉厚にすることができる。その結果として、発光装置の機械的強度が維持され、アセンブリやテストの際に横方向から力を加えてもワイアの変形などの損傷を抑制することができる。

【0099】またさらに、本発明によれば、開口部をこのように略楕円形あるいは略偏平円形とすることにより、内部に充填する樹脂の量の増大を抑制し、樹脂ストレスを抑制することができる。すなわち、図39に関して前述したように、封止体111として充填する樹脂の量が増えると樹脂ストレスが増大する。しかし、本発明によれば、樹脂量の増大を最小限に抑えつつ、複数のチップを配置するスペースを確保できる。その結果として、樹脂ストレスの増大による、チップの剥離や、ワイアの変形あるいは断線という問題を抑制することができる。この効果は、特に封止体111としてシリコン樹

脂を用いることにより相乗的な効果として得られる。

【0100】また、本発明によれば、発光装置の外法をコンパクトに維持しつつ、複数のチップを搭載することが可能となるため、図示したように保護用のダイオード106Bを発光素子106Aと並列逆方向に接続することにより、信頼性を向上させることができる。また、異なる発光波長の発光素子を組み合わせることにより、従来は困難であった白色発光やその他多様な色の発光を実現できる。

【0101】さらに、本発明によれば、リード101、102に切り込み101G、102Gを設けることにより、チップのマウント工程やワイアのボンディング工程の際に、開口部の内部においてリードのパターンの角部を認識しやすくなる。その結果として、チップのマウント位置精度、ワイアのボンディング位置精度を従来よりも向上させることができる。

【0102】以下、図1を参照しつつ、本実施形態の発光装置における封止体111の材料、開口部105の形状、およびその内部の配置パターンについて説明した。

【0103】次に、これら各要素の変型例について説明する。

【0104】まず、図2乃至図4を参照しつつ、封止体111に関する変型例について説明する。

【0105】図2は、本実施形態の発光装置の封止体111に関する第2の具体例を模式的に表す断面図である。同図については、図1に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0106】本具体例の発光装置1Bも、樹脂ステム100と、その上にマウントされた半導体発光素子106と、素子106を覆うように設けられたシリコン樹脂からなる封止体111と、を有する。

【0107】但し、本具体例においては、封止体111は、発光素子106の周囲のみを覆い、その外側には、光透過性樹脂からなる第2の封止体213が設けられている。

【0108】第2の封止体213の材料としては、エポキシ系樹脂やシリコン系樹脂などの各種の材料を用いることが可能である。また、第2の封止体213に着色しても良い。この場合にも、色素や着色剤に対する適応性の良い材料を自由に選択することが可能である。

【0109】さらに、第2の封止体213に光を散乱する拡散材を分散させても良い。このようにすれば、光を拡散させ、ブロードな配光特性を得ることができる。

【0110】また、第2の封止体213としてシリコン樹脂を用いれば、封止体111との密着性が増し耐湿性が向上する。

【0111】なお、本具体例においては、シリコン樹脂からなる封止体111がAuワイア109の全体を包囲しているので、樹脂ストレスによる断線がなく信頼性の高い発光装置が実現できる。すなわち、ワイアの一部

が第2の封止体213まで突出していると、封止体111と213との界面で生ずるストレスにより断線などが生じやすくなる。これに対して、本具体例においては、ワイア109の全体が封止体111に包含されているので、断線の心配がない。

【0112】図3は、本実施形態の発光装置の封止体に関する第3の具体例を模式的に表す断面図である。同図についても、図1乃至図2に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0113】本具体例の発光装置1Cも、樹脂ステム100と、その上にマウントされた半導体発光素子106と、素子106を覆うように設けられた封止体111と、を有する。

【0114】そして、第2具体例と同様に、封止体111は、発光素子106の周囲のみを覆っている。但し、本具体例においては、封止体111の外側は、開放空間とされ、さらなる封止体は設けられていない。

【0115】本具体例においても、開口部105の底面にマウントされた発光素子106の近傍のみを、封止体111で包囲することにより、発光部分のサイズを小さくすることにより、輝度が上昇し、さらに、反射面104による集光作用もさらに高くなる。

【0116】特に、本具体例においては、略半球状の封止体111が発光点となり、その周囲を反射面104が取り囲む構成とされているので、従来のランプと同様の光学的な集光効果が得られる。

【0117】さらに、第2具体例と同様に、封止体111がAuワイヤ109の全体を包囲しているため、樹脂ストレスによる断線がなく高い信頼性も確保することができる。

【0118】図4は、本実施形態の発光装置の第4の具体例を模式的に表す断面図である。同図についても、図1乃至図3に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0119】本具体例の発光装置1Dは、第1具体例のものと同様に、樹脂ステム100と、その上にマウントされた半導体発光素子106と、素子106を覆うように設けられた封止体111と、を有する。

【0120】そして、本具体例においては、封止体111の上に、凸状の透光体413が設けられている。このような凸状透光体413によって集光作用が得られる。透光体413の材料としては、例えば、樹脂を用いることができる。特に、シリコン樹脂を用いると、封止体111との屈折率の差を小さくことができ、封止体111との界面での反射による損失を低減できる。

【0121】また、透光体413の凸状形状は球面状には限定されず、必要とされる集光率あるいは光度分布に応じて適宜決定することができる。

【0122】次に、図5乃至図15を参照しつつ、開口部105の形状及びその内部の配置パターンに関する変

型例について説明する。

【0123】図5は、本実施形態の発光装置の第5の具体例を表す平面図である。同図についても、図1乃至図4に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0124】本具体例の発光装置は、2つの半導体発光素子106A、106Cを搭載している。同図の配置パターンにより、2つの素子を並列に接続する際には、素子106Aおよび106Cの導電型を反転させたものを用いれば良い。すなわち、いずれか一方をnサイドダウン構成とし、他方をpサイドダウン構成とすればよい。

【0125】本具体例においては、2つの発光素子106A、106Cとして発光波長が同一のものをを用いた場合には、光出力を倍増できる。

【0126】また、互いに異なる発光波長とした場合には、混合色の発光が得られる。この際に、例えば、互いに補色関係にある青色の発光素子と、黄色の発光素子とを組み合わせると、白色の発光が得られる。また、赤色の発光素子と青緑色の発光素子とを組み合わせても白色の発光が得られる。

【0127】図6は、図1あるいは図6に例示した構成において用いることができる半導体発光素子の構造を模式的に表す断面図である。この構造について簡単に説明すると、同図に例示した発光素子106A（あるいは106C）は、導電性基板121上に、バッファ層122、n型コンタクト層123、発光層124、p型クラッド層125、p型コンタクト層126が順次形成されている。

【0128】発光層124は、例えば、バリア層とウエル層とを交互に積層した量子井戸（Quantum Well：QW）構造を有するものとして用いることができる。

【0129】また、導電性基板121は、例えば、n型半導体からなるものとして用いることができる。各層の材料は、例えば、III-V族系化合物半導体、II-IV族系化合物半導体、IV-VI族系化合物半導体などをはじめとした各種の材料を用いることが可能である。

【0130】基板121の裏面側には、n側電極127が設けられている。一方、p型コンタクト層126上には、透光性のp側電極128、及びこれに接続された金（Au）からなるボンディングパッド129が設けられている。さらに、素子の表面は、SiO₂からなる保護膜130により覆われている。

【0131】このような発光素子106A（106C）のn側電極127とp側電極128に電圧を印加すると、発光層124において発生した光が表面131から放出される。そして、その発光波長は、発光層の材料や膜厚を調節することにより、広範な範囲で調節することが可能である。

【0132】本実施形態においては、このような半導体発光素子を用いて様々な発光色を実現することができ

る。

【0133】図7は、本実施形態の第6の具体例を表す平面図である。同図についても、図1乃至図5に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0134】本変型例の発光装置は、保護用ダイオード106Bと、半導体発光素子106Dとを有する。発光素子106Dは、絶縁性基板の上に形成した構造を有し、その表面側にp側及びn側電極（図示せず）を有する。そして、これら電極からワイア109B及び109Cによって、リード101Bと102Aにそれぞれ接続されている。保護用ダイオード106Bと発光素子106Dとは逆方向並列に接続されている。

【0135】図8は、半導体発光素子106Dの構造の一例を表す断面図である。すなわち、同図に例示したものは、絶縁性基板133の上に半導体層を積層したものであり、絶縁性基板133上にバッファ層122、n型コンタクト層123、発光層124、p型クラッド層125、p型コンタクト層126が順次形成されている。この場合も、発光層124は、バリア層とウエル層とを交互に積層した量子井戸（Quantum Well：QW）構造を有するものとしてできる。

【0136】この積層構造体を表面からエッチング除去して露出したn型コンタクト層123上に、n側電極127が設けられている。一方、p型コンタクト層126上には、例えば厚さ数10nmのNi/Au薄膜からなる透光性のp側電極128、及びこれに接続された金（Au）からなるボンディングパッド129が設けられている。さらに、素子の表面は、SiO₂からなる保護膜130により覆われている。

【0137】このような発光素子106Dのn側電極127とp側電極128に電圧を印加すると、発光層124の組成や構造に応じて紫外線乃至緑色の範囲において強い発光が得られる。

【0138】図7に例示した具体例によれば、このような絶縁性基板上に形成した半導体発光素子106Dと保護用のダイオード106Bとを限られたスペースの中にコンパクトに収容し、所定のワイア109A～109Cをボンディングすることも確実且つ容易となる。しかも、これらチップとワイアのボンディング部分とは、切り欠き101G、102Gにより分離されているので、接着剤の「しみ出し」によるボンディング不良も解消することができる。

【0139】図9は、本実施形態の第7の具体例を表す平面図である。同図についても、図1乃至図7に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0140】本具体例の発光装置も、保護用ダイオード106Bと、半導体発光素子106Dとを有する。但し、本変型例においては、開口部105が楕円形ではな

く略偏平円形とされている。ここで、本願において、「略偏平円形」とは、図9に例示した開口部105の形状のように、対向する一対の略円弧状の曲線部が設けられ、これら曲線部が略直線部により接続されてなる形状をいうものとする。但し、ここで両側の曲線部は、厳密な円弧状である必要はない。すなわち、一対の曲線部が2本の略直線部によって接続された形状を「略偏平円形」というものとする。

【0141】樹脂部103に開口部105を形成する際に、このような略偏平円形とすると加工が容易となる場合が多く、この点で有利である。しかも、四隅の角部（コーナー）103Cは、肉厚であるので、横方向からの応力や衝撃に対しても十分な機械的強度を確保できる。

【0142】また、本変型例においては、一対のリード101、102の先端形状が互いに非対称である。つまり、発光素子106Dがマウントされる部分102Bが開口部105の中心に向けてせり出すように形成されている。このようにすれば、発光素子106Dを、開口部105の中央に配置することができ、放出光の強度分布すなわち配光特性を均一ないし対称に近づけることができる。また、輝度を高めることもできる。ここで、「中央に配置」とは、発光素子106Dのどこかの部分が開口部105の中心軸上にあることとする。

【0143】なお、本変型例において発光素子106Dの代わりに、図6に例示したような導電性基板を用いた発光素子106A（あるいは106C）を用いても良いことはもちろんである。

【0144】図10は、本実施形態の第8の具体例を表す平面図である。同図についても、図1乃至図9に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0145】本具体例の発光装置も、保護用ダイオード106Bと、半導体発光素子106Dとを有する。但し、本変型例においては、一対のリード101、102の対向する先端部が「互い違い状」ではなく、直線状に揃っている。そして、ダイオード106Bと発光素子106Dは、それぞれ対角の位置にマウントされている。

【0146】さらに、発光素子106Dがダイオード106Bよりも開口部105の中心に接近するように形成されている。つまり、光軸を開口部105の中心に接近させることにより、より均一な配光特性を得ることができる。

【0147】図11は、本実施形態の第9の具体例を表す平面図である。同図についても、図1乃至図10に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0148】本変型例の発光装置も、保護用ダイオード106Bと、半導体発光素子106Dとを有する。そして、一対のリード101、102の対向する先端部が

「互い違い状」ではなく、直線状に揃っている。但し、本変型例においては、切り欠き101Gと102Gが「互い違い状」にずれて形成されている。このようにして、発光素子106Dを開口部105の中心に近づけることもできる。

【0149】図12は、本実施形態の第10の具体例を表す平面図である。同図についても、図1乃至図11に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0150】本具体例においては、2つのチップが同じリードにマウントされている。さらに、これら2つのチップは略楕円形あるいは略偏平円形の開口部105において、開口の長手方向に沿って配列される。

【0151】すなわち、本具体例の場合、半導体発光素子106Aと106Cが、リード101の上に横方向に並んでマウントされている。そして、開口部105の短軸方向に対向配置されたリード102にそれぞれのワイア109A、109Bが接続されている。

【0152】略楕円形あるいは略偏平円形の開口部105において、複数のチップをこのように長軸すなわち長手方向に沿って配置すると、限られたスペースを有効に利用することが可能となる。

【0153】図13は、本実施形態の第11の具体例を表す平面図である。同図についても、図1乃至図12に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0154】本具体例の場合、絶縁性基板の上に形成した発光素子106Dからの第2のワイア109Cをリード101に接続する必要がある。そこで、リード101に切り欠き101Gを設け、この切り欠き101Gを跨いでワイア109Cを接続する。このようにすれば、発光素子106Dやダイオード106Bのマウントの際の接着剤の「はみ出し」から、ボンディング領域を分離することができる。

【0155】図14は、本実施形態の第12の具体例を表す平面図である。同図についても、図1乃至図13に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0156】本実施形態においても、2つのチップが同一のリードにマウントされている。但し、これら2つのチップは、略楕円形あるいは略偏平円形の開口部105において、開口の短軸方向に沿って配列されている。そして、開口部105の長軸方向に対向配置されたリード102にそれぞれのワイア109A、109Bが接続されている。

【0157】略楕円形あるいは略偏平円形の開口部105において、複数のチップをこのように短軸方向に沿って配置しても、限られたスペースを有効に利用することが可能となる。

【0158】図15は、本実施形態の第13の具体例を

表す平面図である。同図についても、図1乃至図14に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0159】同図に表した具体例の場合、発光素子106Dからの第2のワイア109Cをリード101に接続する必要がある。そこで、リード101に切り欠き101Gを設け、この切り欠き101Gを跨いでワイア109Cを接続する。このようにすれば、ダイオード106Bや発光素子106Dのマウントの際の接着剤の「はみ出し」から、ボンディング領域を分離することができる。

【0160】図16は、本実施形態の第14の具体例を表す平面図である。同図についても、図1乃至図15に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0161】同図に表した具体例の場合、リード101に切り欠き101Gが設けられ、2つの部分101A及び101Bに分割されている。また、リード102は、リード102Aと102Bとに分割されて開口部105内に延出している。

【0162】発光素子106Dと保護用ダイオード106Bは、リード101Aの上に、開口部105の長軸に沿って配置されている。

【0163】ダイオード106Bからリード102Bにワイア109Aが接続されている。また、発光素子106Dからは、リード102Aにワイア109Bが接続され、また、切り欠き101Gを跨いでリード101Bにワイア109Cが接続されている。

【0164】本具体例のチップ配置によれば、発光素子106Dを開口部105の中央に配置することが可能である。さらに、切り欠き101Gを跨いでワイア109Cを接続することにより、ダイオード106Bや発光素子106Dのマウントの際の接着剤の「はみ出し」から、ワイア109Cのボンディング領域を分離保護することができる。

【0165】(第2の実施の形態)次に、本発明の第2の実施の形態として、複数のチップを積層して搭載した発光装置について説明する。

【0166】図17は、本発明の第2の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。同図についても、図1乃至図16に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0167】本実施形態においては、半導体発光素子106Fが保護用ツェナー・ダイオード106Eの上に積層されている。すなわち、リード101の上にダイオード106Eがマウントされ、その上に発光素子106Fがフリップ・チップ・マウントされている。そして、ダイオード106Eからリード102にワイア109が接続されている。

【0168】ここで、封止体111として、JISA硬度が50以上90以下のシリコン樹脂を用いると、信頼性などの各種の点で優れた結果が得られる点は、第1実施形態に関して前述した通りである。

【0169】図18は、本実施形態の発光装置のチップ部分を拡大した要部断面図である。保護用ダイオード106Eは、n型シリコン基板150の表面にp型領域152が形成されたプレーナ構造を有する。そして、p型領域152にはp側電極154が形成され、基板150の裏面側にはn側電極156が形成されている。さらに、ダイオードの表面側にもn側電極158が形成され、上下のn側電極156及び158を接続する配線層160がダイオードの側面に亘って形成されている。

【0170】さらに、ダイオードの表面には高反射膜162が形成されている。高反射膜162は、発光素子106Fから放出される光に対して高い反射率を有する膜であり、例えば、金属膜としたり、あるいは、互いに屈折率が異なる2種類以上の薄膜を交互に積層したブラッグ反射膜とすることができる。

【0171】一方、半導体発光素子106Fは、透光性基板138の上(図面では下方向となる)にバッファ層122、n型コンタクト層123、n型クラッド層132、活性層(発光層)124、p型クラッド層125、p型コンタクト層126がこの順に積層され、さらにn側電極127とp側電極128とがそれぞれ設けられた構造を有する。活性層124から放出される光は、透光性基板138を透過して図面上方に取り出される。

【0172】そして、このような構造の発光素子106Fは、バンプ142、144によって、それぞれの電極がダイオード106Eの電極と接続されている。バンプ142、144は、例えば、金(Au)やインジウム(In)などを用いて形成することができる。

【0173】さらに、ダイオードのp側電極154にはワイア109がボンディングされ、リード102と接続されている。

【0174】図18(b)は、この発光装置の等価回路を表す回路図である。このように保護用ダイオード106Eを発光素子106Fに対して逆方向並列に接続することにより、サージあるいは静電気などに対して発光素子106Fを保護することができる。

【0175】本実施形態によれば、保護用ダイオード106Eと発光素子106Fとを積層することにより、極めて狭いスペースに収容することができる。従って、発光装置の外寸を大きく必要がなくなり、図37に例示したような従来の樹脂ステム(パッケージ)をそのまま使うことも可能となる。

【0176】また、本実施形態によれば、ダイオード106Eの表面に高反射膜162を設けることにより、発光素子106Fから放出される光を取り出し方向に反射して光取り出し効率を向上させることもできる。同時に、

発光素子106Fからの光によりダイオード106Eの動作が影響を受けたり劣化したりするという問題も防ぐことができる。さらに、高反射膜162を設けることにより、ダイオード106Eの下に塗布されるペースト107の光による劣化も防ぐことができる。

【0177】さらに、本実施形態によれば、透光性基板138の屈折率を、活性層124の屈折率と封止体111の屈折率の間の値とすることにより、界面での反射損失を低減して、光取り出し効率を向上させることもできる。

【0178】さらに、本実施形態によれば、チップからリードに接続するワイアを1本に減らすことができる。その結果として、ワイアの変形や断線に伴う問題を抑制し、信頼性をさらに向上させることができる。

【0179】また、本実施形態によれば、発光素子106Fの発光層124に接近して熱伝導の良好なバンプ142を設け、電極158、配線層160を介した放熱経路を確保することができる。つまり、発光素子106Fの放熱性を高めることができ、動作温度範囲が広く、長期信頼性も良好な発光装置を実現することができる。

【0180】なお、本発明において、高反射膜162が設けられる場所はダイオード106Eの表面には限定されず、発光素子106Fの裏面側に設けても良く、あるいはダイオード106Eと発光素子106Fとの間に挿入しても良い。

【0181】ところで、開口部105の中において、ダイオード106Eと発光素子106Fとを積み上げると、その部分だけ封止体111の厚みが薄くなる。その結果として、チップ上部の封止体111の強度が不足したり、樹脂ストレスが高くなる虞がある。その結果として、従来のエポキシ樹脂を用いた場合には、図38に例示したようにチップの上の部分にクラックが生じやすくなったり、チップの剥離や割れが生ずる虞もある。

【0182】これに対して、本発明によれば、封止体111として、シリコン樹脂を用いることにより、樹脂のクラックを防止し、樹脂ストレスを低減することができる。以下に、封止体としてシリコン樹脂を用いた構造の変型例について説明する。

【0183】図19は、本実施形態の発光装置の封止体111に関する第2の具体例を模式的に表す断面図である。同図についても、図1乃至図18に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0184】本具体例においては、図2に表したものと同様に、JISA硬度が50以上90以下のシリコン樹脂からなる封止体111は、ダイオード106Eと発光素子106Fの積層体の周囲のみを覆い、その外側には、光透過性樹脂からなる第2の封止体213が設けられている。

【0185】このようにすれば、図2に関して前述した

ように、高い信頼性を維持しつつ第2の封止体213の材料や混合物に関する自由度が増す。

【0186】図20は、本実施形態の発光装置の封止体に関する第3の具体例を模式的に表す断面図である。同図についても、図1乃至図19に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0187】本具体例においては、図3に表したものと同様に、JISA硬度が50以上90以下のシリコン樹脂からなる封止体111は、ダイオード16Eと発光素子106Fの周囲のみを覆い、その外側は、開放空間とされ、さらなる封止体は設けられていない。

【0188】このようにすれば、図3に関して前述したように、発光部分のサイズを小さくすることにより、輝度が上昇し、さらに、反射面104による集光作用もさらに高くなり、従来のランプと同様の光学的な集光効果が得られる。

【0189】図21は、本実施形態の発光装置の第4の具体例を模式的に表す断面図である。同図についても、図1乃至図20に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0190】本具体例においては、図4に表したものと同様に、JISA硬度が50以上90以下のシリコン樹脂からなる封止体111の上に、凸状の透光体413が設けられている。このような凸状透光体413によって集光作用が得られる。透光体413の材料としては、例えば、樹脂を用いることができる。特に、シリコン樹脂を用いると、封止体111との屈折率の差を小さくすることができ、封止体111との界面での反射による損失を低減できる。

【0191】また、透光体413の凸状形状は球面状には限定されず、必要とされる集光率あるいは光度分布に応じて適宜決定することができる。

【0192】本実施形態によれば、発光素子106Fを開口部105の中心に配置することができるので、このような凸状透光体413による集光効果をさらに効果的に得ることができる。

【0193】(第3の実施の形態)次に、本発明の第3の実施の形態として、前述した第1及び第2実施形態の発光装置において封止体111に蛍光体を含有させ、発光素子から放出された光を蛍光体により波長変換して取り出すことができるようにした発光装置について説明する。

【0194】図22は、本発明の第3の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。同図についても、図1乃至図21に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0195】本具体例の発光装置は、図1に例示したものと類似した全体構成を有する。但し、本実施形態にお

いては、開口部105内に充填された封止体111は、蛍光体110を含有している。蛍光体110は、発光素子106から放出される1次光を吸収し、波長変換して2次光を放出する。蛍光体110の材質は、発光素子106から放出される1次光の波長と、要求される2光の波長などを考慮して適宜決定することができる。

【0196】また、本発明においては、発光素子106から放出される1次光のうちの一部のみを蛍光体110によって2次光に波長変換し、未変換の1次光との混合光として取り出しても良いし、または、発光素子106から放射される1次光を全て蛍光体110に吸収させて実質的に2次光のみを取り出すようにしても良い。

【0197】前者の方法による場合は、例えば、発光素子106から青色光が放出され、蛍光体110がその一部を黄色光に波長変換すると、青色光と黄色光とが混合して白色光を取り出すことが可能となる。ただし、これ以外にも1次光と2次光との多様な組み合わせが同様に可能である。白色光を得る場合には、1次光と2次光とが補色関係にあるようにすればよい。

【0198】一方、後者の方法による場合は、2次光のみを取り出すので、1次光と2次光とのバランスに左右されにくいという利点がある。つまり、発光素子106と蛍光体110の発光特性の「ずれ」や「ばらつき」による変色などの問題を解消することができる。例えば、発光素子106の波長が素子毎にばらついたり、温度条件や経年変化などの要因によって発光素子106の波長がシフトしても、それが各蛍光体に与える影響は微小であり、蛍光体から得られる混合色のバランスは殆ど変化しない。その結果として、幅広い温度範囲、幅広い動作時間範囲に亘って、発光特性が極めて安定した発光装置を実現することができる。

【0199】一方、いずれの方法においても、蛍光体110は、1種類のもののみを用いてもよいが、例えば、赤色に発光する蛍光体110Aと、緑色に発光する蛍光体110Bと、青色に発光する蛍光体110Cと、を組み合わせてもよい。この場合、白色光が得られる。但し、後に詳述するように、これ以外にも多様な組み合わせが可能である。

【0200】以下、本実施形態において用いることができる蛍光体110と、封止体111についてさらに詳細に説明する。

【0201】(蛍光体110について)本発明において用いる蛍光体110は、発光素子106から放出された1次光を吸収して発光する蛍光体、あるいは他の蛍光体から放出された発光を吸収して発光する材料である。蛍光体の変換効率、1ルーメン/ワット以上であることが望ましい。

【0202】白色発光は、赤色(R)・緑色(G)・青色(B)の3原色の混合か、あるいは補色関係にある2色の混合により実現できる。3原色による白色発光

は、発光素子106が放出した1次光を吸収して赤色を発光する第1の蛍光体と、緑色を発光する第2の蛍光体と、青色を放出する第3の蛍光体と、を用いることにより実現できる。

【0203】または、青色光を放出する発光素子106と、その青色光を吸収して赤色を発光する第1の蛍光体と、緑色を発光する第2の蛍光体とを用いて、1次光と2次光とを混合させても実現できる。

【0204】補色による白色発光は、上述した具体例の他に、例えば、発光素子106からの1次光を吸収して青色を発光する第1の蛍光体とその青色発光を吸収して黄色を発光する第2の蛍光体とを用いるか、発光素子106からの発光を吸収して緑色を発光する第1の蛍光体とその緑色光を吸収して赤色に発光する第2の蛍光体を用いることなどにより実現できる。

【0205】また、発光波長の変化が $-40^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で波長変化が50nm以下の蛍光体を用いることで発光素子の温度特性に依存しない発光装置が実現できる。また発光素子106の実用的な駆動電流範囲において50nm以下の波長変化を有する蛍光体を用いることで素子駆動電流に伴う発光スペクトルの変化に依存しない発光装置が実現できる。

【0206】青色光を発光する蛍光体としては、例えば以下のものを挙げることができる。

$\text{ZnS}:\text{Ag}$
 $\text{ZnS}:\text{Ag}+\text{Pigment}$
 $\text{ZnS}:\text{Ag}, \text{Al}$
 $\text{ZnS}:\text{Ag}, \text{Cu}, \text{Ga}, \text{Cl}$
 $\text{ZnS}:\text{Ag}+\text{In}_2\text{O}_3$
 $\text{ZnS}:\text{Zn}+\text{In}_2\text{O}_3$
 $(\text{Ba}, \text{Eu})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}$
 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Mg})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}$
 $\text{Sr}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}$
 $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Eu})(\text{Mg}, \text{Mn})\text{Al}_{10}\text{O}_{17}$
 $10(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})\cdot 6\text{PO}_4\cdot \text{Cl}_2$
 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{25}:\text{Eu}$

緑色光を発光する蛍光体としては、例えば以下のものを挙げることができる。

$\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Al}$
 $\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Al}+\text{Pigment}$
 $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Cu}, \text{Al}$
 $\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Au}, \text{Al}, +\text{pigment}$
 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Tb}$
 $\text{Y}_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Tb}$
 $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Tb}$
 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$
 $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Cu}$
 $\text{ZnS}:\text{Cu}$
 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$

$\text{ZnS}:\text{Cu}+\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$

$\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}$

$(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Ag}$

$\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Al}$

$\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}$

$\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Al}+\text{In}_2\text{O}_3$

$(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Ag}+\text{In}_2\text{O}_3,$

$(\text{Zn}, \text{Mn})_2\text{SiO}_4$

$\text{BaAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Mn}$

$(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Mg})\text{O}\cdot a\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Mn}$

$\text{LaPO}_4:\text{Ce}, \text{Tb}$

$\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$

$\text{ZnS}:\text{Cu}$

$3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Eu}, \text{Mn})\text{O}\cdot 8\text{Al}_2\text{O}_3$

$\text{La}_2\text{O}_3\cdot 0.2\text{SiO}_2\cdot 0.9\text{P}_2\text{O}_5:\text{Ce}, \text{Tb}$

$\text{CeMgAl}_{11}\text{O}_{19}:\text{Tb}$

赤色光を発光する蛍光体としては、例えば次のものを用いることができる。

$\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$

$\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}+\text{pigment}$

$\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$

$\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Mn}$

$(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Ag}+\text{In}_2\text{O}_3$

$(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Eu})\text{BO}_3$

$(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Eu})_2\text{O}_3$

$\text{YVO}_4:\text{Eu}$

$\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}, \text{Sm}$

黄色光を発光する蛍光体としては、例えば次のものを用いることができる。

$\text{YAG}:\text{Ce}$

上記したような赤色蛍光体、緑色蛍光体及び青色蛍光体について、それらの重量比 $R:G:B$ を調節することにより、任意の色調を実現できる。例えば、白色電球色から白色蛍光灯色までの白色発光は、 $R:G:B$ 重量比が、 $1:1:1\sim 7:1:1$ 及び $1:1:1\sim 1:3:1$ 及び $1:1:1\sim 1:1:3$ のいずれかとすることで実現できる。

【0207】また、混合した蛍光体の総重量比を蛍光体を含有する封止体の重量に対して1重量%～50重量%にすることで実質的な波長変換が実現でき、10重量%～30重量%にすることで高輝度の発光装置が実現できる。

【0208】さらに、これらのRGB蛍光体を適宜選択して配合した場合、封止体111の色調を白色とすることができる。つまり、白色に光る発光装置が、非点灯時においても白色に見える点で、「見栄え」が良く、視覚的、デザイン的にも優れた発光装置を提供することができる。

【0209】ここで、本発明において用いる蛍光体は上

記した無機蛍光体に限定するものではなく、以下に例示する有機色素体も同様に用いて高輝度の発光装置を実現できる。

キサニセン系色素

オキサジン系色素

シアニン系色素

ローダミンB (630nm)

クマリン153 (535nm)

ポリパラフェニレンビニレン (510nm)

クマリン1 (430nm)

クマリン120 (450nm)

トリスー (8-ヒドロキシノリン) アルミニウム (Alq3又はAlQ) (緑色発光)

4-ジシアノメチレン-2-メチル-6 (p-ジメチルアミノスチリン) -4H-ピラン (DCM) (オレンジ色/赤色発光)

複数種類の色素体を用いる場合でも、封止体であるシリコン樹脂にそれぞれの色素体を添加して攪拌することによりそれぞれの色素を樹脂中にほぼ均一に分散させることができ、色素の励起効率を高くすることができる。

【0210】本発明によれば、発光装置の発光色は、発光素子106の1次光と、封止体111に含有させる蛍光体 (色素体も含む) 110の組み合わせにより多種多様のものが実現できる。つまり、赤色、緑色、青色、および黄色系などの蛍光体 (色素体も含む) を配合することで任意の色調が実現できる。

【0211】一方、本発明によれば、単一の蛍光体を用いた場合でも、従来の半導体発光素子では実現できなかった発光波長の安定性が実現できる。すなわち、通常の半導体発光素子は、駆動電流や周囲温度や変調条件などに応じて発光波長がシフトする傾向を有する。これに対して、本発明の発光装置により、実質的に2次光のみを取り出すものとすれば、発光波長が駆動電流や温度などの変化に依存せず、極めて安定するという効果が得られる。

【0212】また、この場合、発光特性が発光素子106の特性に依存することなく添加する蛍光体110の特性で決まるため、発光装置ごとの特性が安定し歩留まり高く生産することができる。

【0213】(封止体111の表面形状について) 本発明者は、封止体111に関して独自の試作検討を行った結果、その表面形状について新たな知見を得た。

【0214】図23は、封止体の表面の形状による放出光の強度分布を表す概念図である。すなわち、同図(a)は封止体111の表面がほぼ平坦な場合、同図(b)は封止体111の表面が凹状に窪んで形成された場合、同図(c)は封止体111の表面が凸状に膨らんで形成された場合の発光装置からの放出光の強度分布Pをそれぞれ表す。

【0215】図23(a)に例示した平面形状の場合と

比べて、同図(b)に表した凹状の場合には放出光の強度分布すなわち配光特性は、垂直軸Z方向に収束していることが分かる。これに対して、同図(c)に表した凸状の場合には、放出光はxy平面方向に広がった配光特性を有する。これは、封止体111を凸状に形成した場合には、その凸部付近に含有される蛍光体から放出された光がxy平面方向に拡がるのに対して、凹状に形成した場合には封止体の表面付近に含有される蛍光体から放出された光も側壁の反射面104により反射されてz軸方向に進む割合が増加するためであると考えられる。

【0216】ここで、封止体111の表面形状を凸状とするか、それとも凹状とするかは、その充填量により調節することができる。つまり、封止体111の充填量を調節することにより、所望する放出光の配光特性を得ることが可能である。

【0217】但し、通常は、収束性が高く、z軸上において輝度が高い発光装置が要求される場合が多い。封止体111の表面を凹状に形成すれば、このような要求に確実かつ容易に応ずることができる。

【0218】また、平面型画像表示装置のように複数の発光装置を並列配置する場合に、封止体111の表面が凸状に形成されていると、凸部の蛍光体が、隣接する発光装置からの発光を受けて不必要な励起発光を生ずる虞がある。従って、このような用途においても、封止体111の表面は凹状とすることが望ましい。

【0219】本発明によれば、これらの要求に対しても、封止体111の充填量を調節することにより、確実かつ容易に応ずることができる。

【0220】(封止体111の材質について) 封止体111は、発光素子106からの1次光を変換する蛍光体110を含む部材である。このため、封止体111は、発光素子106からの1次光のエネルギーよりも大きな結合をエネルギーを有する材料からなることが望ましく、さらに、発光素子106からの1次光を透過し、蛍光体110により波長変換された発光も透過する特性を有するものであることが望ましい。

【0221】しかし、封止体111の材料として従来のエポキシ樹脂を用いると、発光素子106から放出される1次光に対する耐光性が十分でない場合がある。具体的には、発光素子からの1次光を長期間に亘って受けると、当初は透明なエポキシ樹脂が変色し、黄色から茶褐色さらには黒色になる。その結果として、光の取り出し効率が大幅に低下するという問題が生ずることが判明した。この問題は、1次光の波長が短いほど、顕著となる。

【0222】これに対して、本発明者は、独自の試作検討の結果、第1実施形態に関して前述したシリコン樹脂を用いると極めて良好な結果が得られることを知得した。すなわち、シリコン樹脂を用いた場合は、比較的短波長の光を長期間照射しても、変色などの劣化は殆ど

生じない。その結果として、短波長光を1次光とした発光装置に用いて、高い信頼性を実現することができた。

【0223】例えば、シリコン樹脂は、紫外線から可視光のほぼ全ての波長範囲の光に対して高い透過率を有し、しかも、この波長範囲において、実用的なLEDの発光を1000時間照射しても、透過率は初期値の60%以上保持する特性を有している。

【0224】ここで、図22に例示した構造を製造する際には、シリコン樹脂は、所定の(複数の)蛍光体110を混合、攪拌しながら開口の狭いノズルを通して、開口部105にマウントされた発光素子106の上に塗布される。しかる後に、硬化させて形成する。

【0225】この際に、特に硬化前の粘度が100cP~10000cPのシリコン樹脂を用いると、蛍光体110が樹脂内に均一に分散された後に、沈降や偏析を生ずることがない。このため、励起された蛍光体から放出された発光が他の蛍光体で過度に散乱、吸収されることなく、屈折率の大きな蛍光体で適度に均一に散乱され、光の混合も均一に生ずるため色調の「むら」も抑制できる。さらに、本発明において用いるシリコン樹脂は、第1実施形態に関して前述したように、樹脂部103との付着強度も強く、耐温性が高く温度ストレスによるクラック等も少ない。また、シリコン樹脂を充填することにより周囲の温度変化による発光素子106およびAuワイヤに対する樹脂ストレスを著しく軽減させることができる。

【0226】またさらに、本発明者は、「ゴム状シリコン樹脂」と「ゲル状シリコン樹脂」とを独自に比較検討した結果、以下の知見を得た。すなわち、ゲル状シリコンを用いた場合、通電動作中に蛍光体110が樹脂中を拡散し、色調が変化する現象が見られた。RGB3色混合型の場合、赤色(R)蛍光体の比重が大きいため、この蛍光体が鉛直下方にマイグレートし、色度座標のx値が大きくなる現象が見られた。

【0227】図24は、通電時間に対して色度xの変化を測定した結果を表すグラフである。同図に表したように、封止体111の材料としてゲル状シリコン樹脂を用いた場合、通電時間が100時間付近から色度xが上昇し始め、1000時間を超えると加速度的に上昇する。これに対して、ゴム状のシリコン樹脂を用いた場合は、通電動作により発光装置の温度が上昇した状態で10000時間近く動作させても、色調の変化は観察されなかった。これは、ゴム状のシリコン樹脂の場合は、硬度が高く緻密なため、蛍光体の拡散が生じにくいためであると考えられる。

【0228】つまり、ゲル状シリコン樹脂の代わりにゴム状シリコン樹脂を用いることにより、発光特性の変動を解消できることが判明した。

【0229】ここで、封止体111としてのシリコン樹脂に、蛍光体110とともに、散乱剤を添加すると、

発光素子106からの1次光を散乱して蛍光体に均等に当てることができるとともに、蛍光体110からの発光を散乱することにより均一な混色状態を実現できる。その結果として、より少ない量の蛍光体110を用いても所望の発光特性を実現できる。

【0230】以上詳述したように、本発明によれば、特定の硬度を有するシリコン樹脂からなる封止体111に蛍光体110を含有させることにより、発光特性や信頼性を大幅に向上させることが可能となる。

【0231】本実施形態は、本発明の第1及び第2実施形態の発光装置に適用して同様の作用効果を奏する。

【0232】以下、図面にこれらの具体例を表す。

【0233】図25乃至図27は、それぞれ図2乃至図4に表したものにおいて、封止体111に蛍光体110を含有させたものである。これらの図についても、図1乃至図24に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。図示した具体例においては、蛍光体110Aと110Bと110Cとを混合した場合を表したが、本発明はこれに限定されず、他のいかなる組み合わせも同様に可能である。

【0234】このように本発明の第1実施形態として前述した独特の開口部形状及びチップ配置パターンにより複数のチップを搭載した発光装置に蛍光体を組み合わせることにより、発光特性をさらに向上させ、任意の発光色を得ることも可能となる。

【0235】図28乃至図31は、それぞれ図17、図19乃至図21に表したものにおいて、封止体111に蛍光体110を含有させたものである。これらの図についても、図1乃至図27に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。また、これらの図示した具体例においても、蛍光体110Aと110Bと110Cとを混合した場合を表したが、本発明はこれに限定されず、他のいかなる組み合わせも同様に可能である。

【0236】このように本発明の第2実施形態として前述した独特のチップ積層構造により複数のチップを搭載した発光装置に蛍光体を組み合わせることにより、高い信頼性を確保しつつ、コンパクトで発光特性をさらに向上させた発光装置を実現することが可能となる。

【0237】さらに、本実施形態は、本発明の第1乃至第2実施形態において封止体111に蛍光体を含有させたものには限定されない。以下、他の具体例のいくつかを紹介する。

【0238】図3.2は、本実施形態の具体例にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。同図についても、図1乃至図31に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0239】本具体例の発光装置も、樹脂ステム100と、その上にマウントされた保護用ダイオード106Eと半導体発光素子106Fとの積層体と、これらを覆う

ように設けられた封止体111と、を有する。封止体111は、JISA硬度が50以上90以下のシリコン樹脂からなり、その中に蛍光体110が含有される。

【0240】但し、本具体例においては、封止体111の周囲には樹脂部103の側壁が設けられていない。このようにすると、蛍光体110からの2次光は、上方のみでなく横方向にも放出され、広い光度分布を実現できる。従って、幅広い視野角度や幅広い放射角度が要求されるような用途に応用して好適である。

【0241】なお、本具体例における封止体111や樹脂ステム100の形状は図示した具体例には限定されない。例えば、図33に例示したように、封止体111を略半球状とし、また、樹脂ステム100において、樹脂部103がリード101、102を埋め込んで素子周囲に低い側壁を有するものでも良い。

【0242】図34は、本実施形態の具体例にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。同図についても、図1乃至図33に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0243】本具体例の発光装置も、リードフレームから形成した一対のリード101、102を有する。但し、第1のリード101の先端にはその一部としてのカップ部601が設けられ、保護用ダイオード106Eと発光素子106Fとの積層体は、カップ部601の底にマウントされている。そして、ダイオード106Eからリード102ワイア109が接続されている。さらに、これらを包囲するように蛍光体110を含有する封止体111が設けられている。封止体111としては、JISA硬度が50以上90以下のシリコン樹脂を用いる。

【0244】カップ部601の内壁側面は、反射面として作用し、発光素子106から放出される1次光を上方に反射する。そして、この1次光を受けた蛍光体110が所定の波長の2次光を放出する。

【0245】本具体例の発光装置は、従来のランプ型半導体発光装置に代わるものであり、比較的広い放射角度を有し、汎用性の高い発光装置となる。

【0246】図35は、本実施形態の具体例にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。同図についても、図1乃至図34に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0247】本具体例の発光装置は、図34に例示した発光装置と類似した構成を有する。すなわち、本具体例の発光装置も、第1のリード101の先端にカップ部601が形成され、この底に保護用ダイオード106Eと発光素子106Fとの積層体がマウントされている。そして、ダイオード106Eからリード102にワイア109が接続されている。さらに、これらを包囲するように蛍光体110を含有する封止体111が設けられている。

【0248】但し、本実施形態においては、JISA硬度が50以上90以下のシリコン樹脂からなる封止体111は小さく形成され、それを包囲するように透光体713が設けられている。

【0249】蛍光体110を含有する封止体111を小さく形成することにより、発光部分を小さくして輝度を高くすることができる。そして、透光体713の上面がレンズ状の集光作用を有し、収束光を取り出すことも可能となる。

【0250】また、透光体713によって封止体111を取り囲むことにより、蛍光体110を外気雰囲気から遮断し、湿気や腐食性雰囲気に対する耐久性が向上する。透光体713の材料としては樹脂を用いることができる。特に、エポキシ樹脂やシリコン樹脂を用いると、封止体111との密着性も良好となり、優れた耐候性、機械的強度が得られる。

【0251】なお、本具体例も図示したものには限定されない。例えば、図36に例示したように、蛍光体110を含有した封止体111をカップ部601の上に限定しても良い。このようにすると、さらに発光部分が小さくなり、輝度が上昇する。この場合に、ワイア109が封止体111と透光体713との界面を貫通することとなるが、封止体111と透光体713の材料を類似したものとするれば、界面でのストレスを抑制して断線を防止することも可能である。

【0252】以上、具体例を参照しつつ本発明の第1乃至第3の実施の形態について説明した。しかし、本発明のこれらの具体例に限定されるものではない。例えば、蛍光体の材質、発光素子の発光波長あるいは具体的な構造や材質、リードや封止体111の形状、各要素の寸法関係などに関しては、当業者が適宜設計変更したのもも本発明の範囲に含まれる。

【発明の効果】本発明は、以上説明した形態で実施され、以下に説明する効果を奏する。

【0253】まず、本発明によれば、半導体発光素子を封止する樹脂として、従来のエポキシ樹脂に代わってシリコン樹脂を用いることにより、従来のエポキシ樹脂に生じることがあった、クラックや剥離、あるいはワイアの断線などの可能性を低減することができ、耐候性及び耐光性を改善することもできる。

【0254】さらに、本発明によれば、シリコン樹脂の中でも、ゴム状シリコン樹脂を用いることにより、発光特性、信頼性、機械的強度などをさらに改善できる。

【0255】また、本発明によれば、パッケージの開口部に独特の形状を与え、かつ、その内部のリードの形状やチップの配置パターンも独特の構成とすることにより、限られたスペースに複数のチップを密率良く配置し、しかもワイアボンディングの領域をうまく分離して、ボンディング不良を解消することもできる。その結

果として、複数の発光素子を組みあわせ、あるいは発光素子と他の素子とを組み合わせた高性能且つ高信頼性を有する発光装置を実現することが可能となる。

【0256】また、本発明によれば、保護用ダイオードと発光素子とを積層させることにより、信頼性に優れた発光装置をコンパクトに実現することができる。

【0257】また、本発明によれば、1次光を放出する発光素子と、前記発光素子を覆うように設けられたシリコン樹脂と、前記シリコン樹脂に含有され、前記1次光を吸収して可視光を放出する蛍光体と、を備えることにより、搭載する発光素子のばらつき、駆動電流の変化、温度の変化、発光素子の劣化などによる配色バランスの変化を解消することが可能となる。

【0258】すなわち、本発明によれば、白色などの各種の色の安定した発光が得られ、コンパクトかつ信頼性の高い発光装置を提供することが可能となり、産業上のメリットは多大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態にかかる発光装置の要部構成を表す模式図である。すなわち、同図(a)はその平面図、同図(b)はそのA-A線断面図である。

【図2】第1実施形態の発光装置の封止体111に関する第2の具体例を模式的に表す断面図である。

【図3】第1実施形態の発光装置の封止体111に関する第3の具体例を模式的に表す断面図である。

【図4】第1実施形態の発光装置の封止体111に関する第4の具体例を模式的に表す断面図である。

【図5】第1実施形態の発光装置の封止体111に関する第5の具体例を模式的に表す断面図である。

【図6】図1あるいは図6に例示した構成において用いることができる半導体発光素子の構造を模式的に表す断面図である。

【図7】第1実施形態の発光装置の封止体111に関する第6の具体例を模式的に表す断面図である。

【図8】半導体発光素子106Dの構造の一例を表す断面図である。

【図9】第1実施形態の発光装置の封止体111に関する第7の具体例を模式的に表す断面図である。

【図10】第1実施形態の発光装置の封止体111に関する第8の具体例を模式的に表す断面図である。

【図11】第1実施形態の発光装置の封止体111に関する第9の具体例を模式的に表す断面図である。

【図12】第1実施形態の発光装置の封止体111に関する第10の具体例を模式的に表す断面図である。

【図13】第1実施形態の発光装置の封止体111に関する第11の具体例を模式的に表す断面図である。

【図14】第1実施形態の発光装置の封止体111に関する第12の具体例を模式的に表す断面図である。

【図15】第1実施形態の発光装置の封止体111に関する第13の具体例を模式的に表す断面図である。

【図16】第1実施形態の発光装置の封止体111に関する第14の具体例を模式的に表す断面図である。

【図17】本発明の第2の実施形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。

【図18】第2実施形態の発光装置のチップ部分を拡大した要部断面図である。

【図19】第2実施形態の発光装置の封止体111に関する第2の具体例を模式的に表す断面図である。

【図20】第2実施形態の発光装置の第3の具体例を模式的に表す断面図である。

【図21】第2実施形態の発光装置の第4の具体例を模式的に表す断面図である。

【図22】本発明の第3の実施形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。

【図23】封止体の表面の形状による放出光の強度分布を表す概念図である。すなわち、同図(a)は封止体111の表面がほぼ平坦な場合、同図(b)は封止体111の表面が凹状に窪んで形成された場合、同図(c)は封止体111の表面が凸状に膨らんで形成された場合の発光装置からの放出光の強度分布Pをそれぞれ表す。

【図24】通電時間に対して色度xの変化を測定した結果を表すグラフである。

【図25】図2に表したものにおいて、封止体111に蛍光体110を含有させたものである。

【図26】図3に表したものにおいて、封止体111に蛍光体110を含有させたものである。

【図27】図4に表したものにおいて、封止体111に蛍光体110を含有させたものである。

【図28】図17に表したものにおいて、封止体111に蛍光体110を含有させたものである。

【図29】図19に表したものにおいて、封止体111に蛍光体110を含有させたものである。

【図30】図20に表したものにおいて、封止体111に蛍光体110を含有させたものである。

【図31】図21に表したものにおいて、封止体111に蛍光体110を含有させたものである。

【図32】第3実施形態の具体例にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。

【図33】封止体111を略半球状とし、また、樹脂ステム100において、樹脂部103がリード101、102を埋め込んで素子周囲に低い側壁を有する発光装置を表す断面図である。

【図34】第3実施形態の具体例にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。

【図35】第3実施形態の具体例にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。

【図36】蛍光体110を含有した封止体111をカップ部601の上限定した発光装置を表す断面図である。

【図37】従来の発光装置の典型例を表す概念図であ

る。すなわち、同図(a)はその要部構成を表す平面図であり、同図(b)はその断面図である。

【図38】エポキシ樹脂804にクラックCが発生したり、また、樹脂ステム800との界面Iにおいて剥離が生ずる様子を表す概念図である。

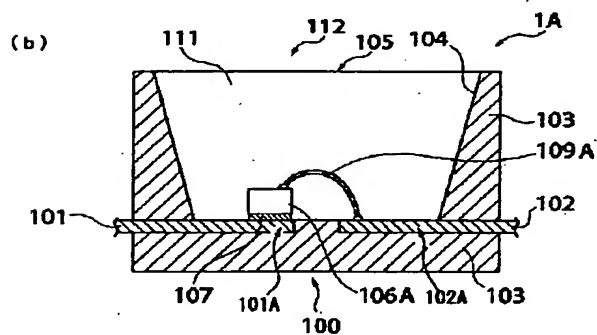
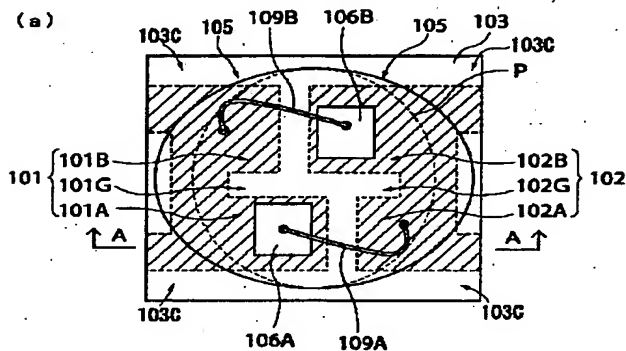
【図39】本発明者が本発明に至る過程で試作した発光装置の平面構成を表す概念図である。

【符号の説明】

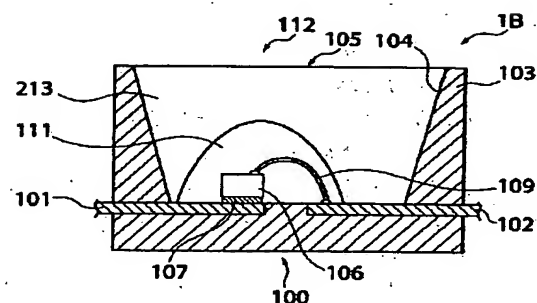
100 樹脂ステム
101、102 リード
101G、102G 切り欠き
103 樹脂部
104 反射面
105 開口部
106A、106C、106D 半導体発光素子
106B 保護用ダイオード
107 接着剤
109 ボンディングワイヤ

110、110A~110C 蛍光体
111 封止体(シリコン樹脂)
121 光取り出し面
120 発光素子
121 導電性基板
122 バッファ層
123 コンタクト層
124 発光層
125 クラッド層
126 コンタクト層
127 n側電極
128 p側電極
129 ボンディングパッド
130 保護膜
131 光取り出し面
133 絶縁性基板
213 第2の封止体

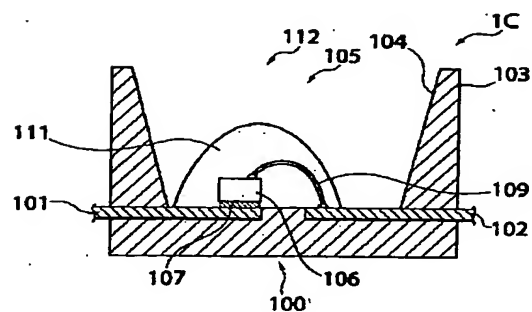
【図1】



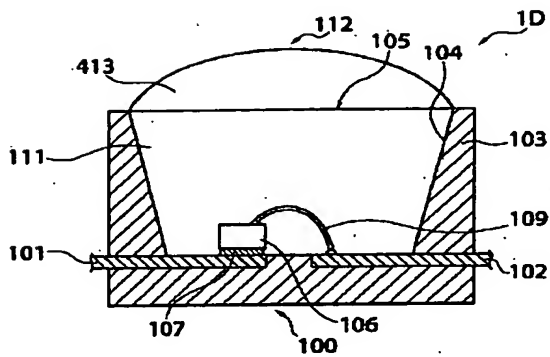
【図2】



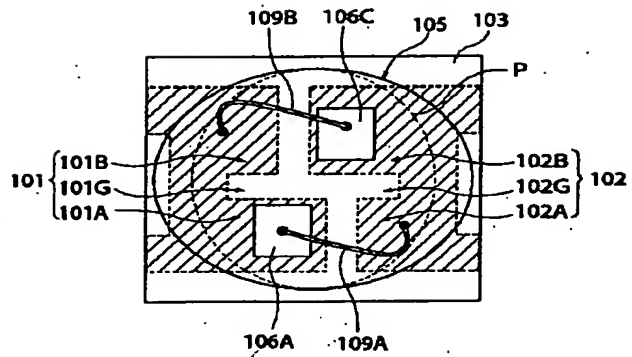
【図3】



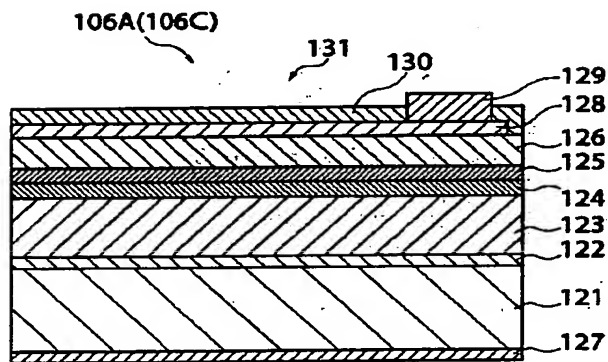
【図4】



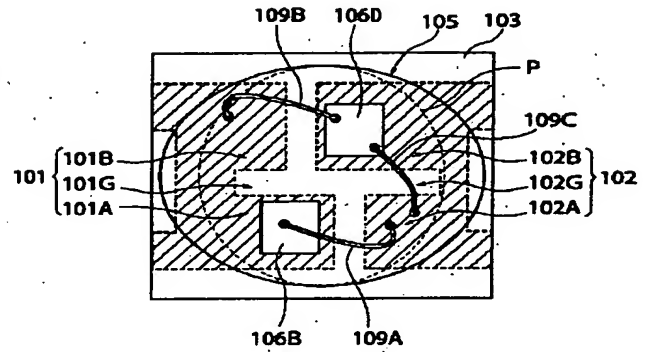
【图5】



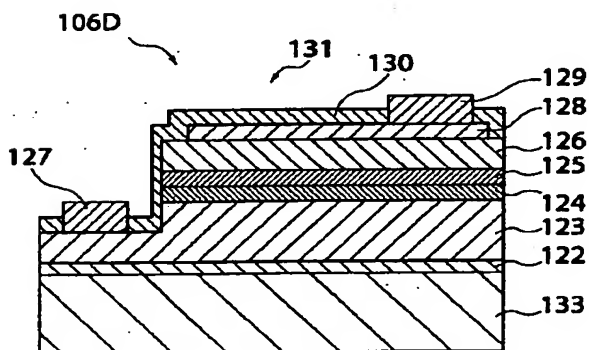
【図6】



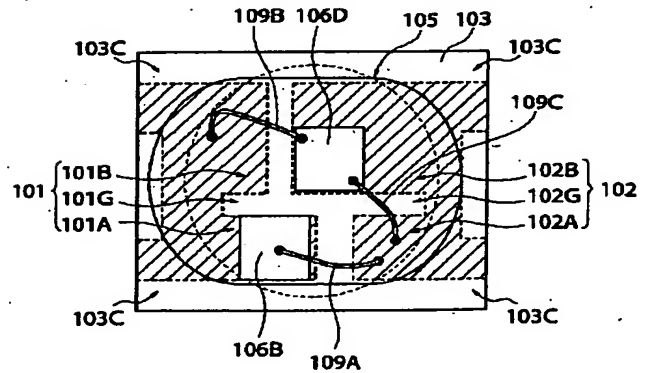
【図7】



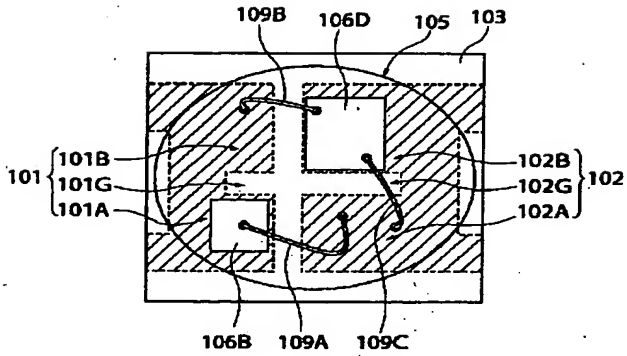
【図8】



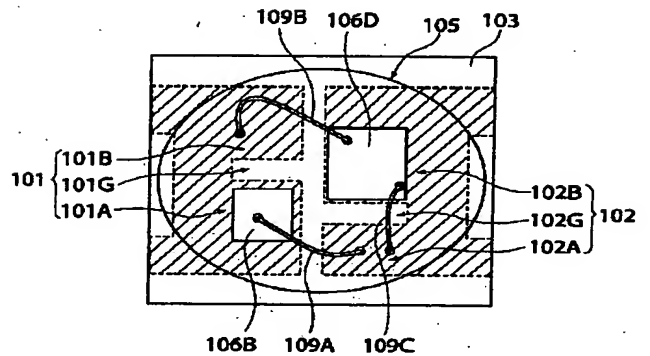
【図9】



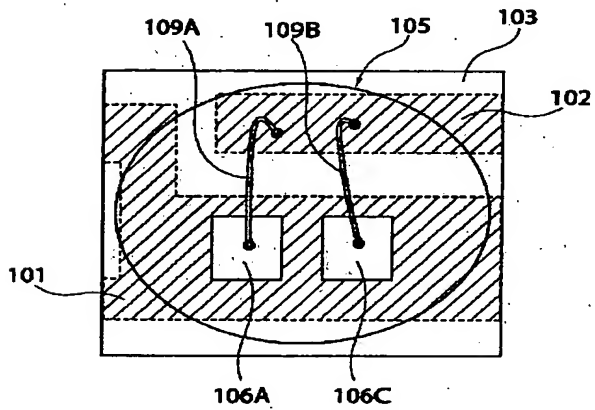
【図10】



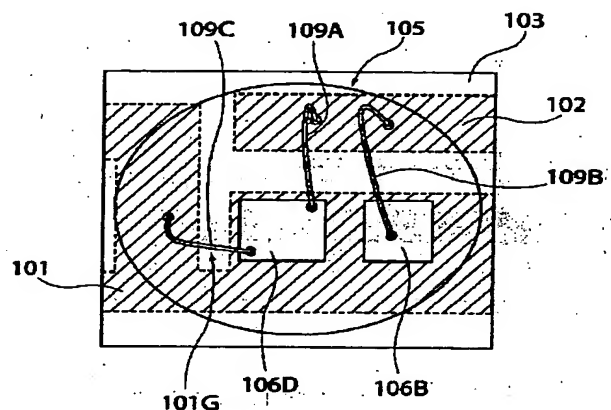
【图 1-1】



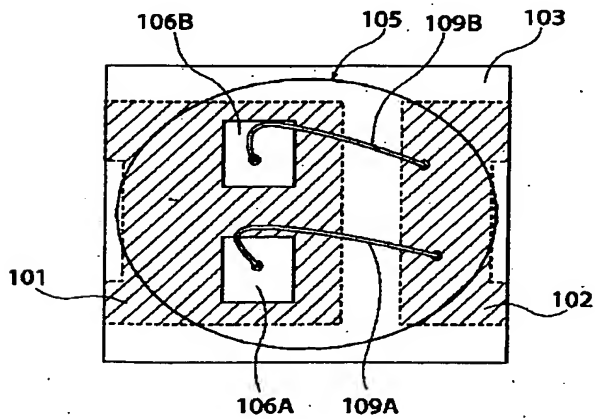
【図 12】



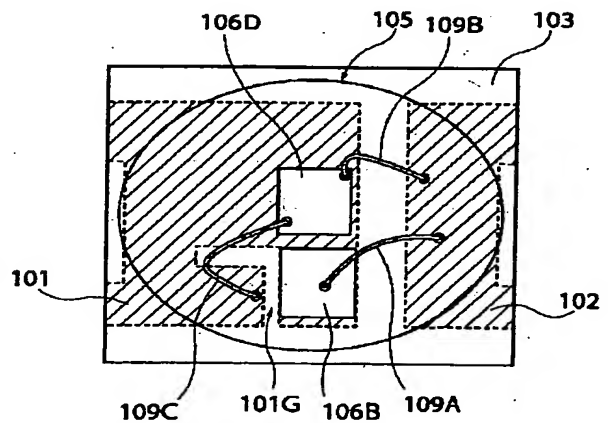
【图13】



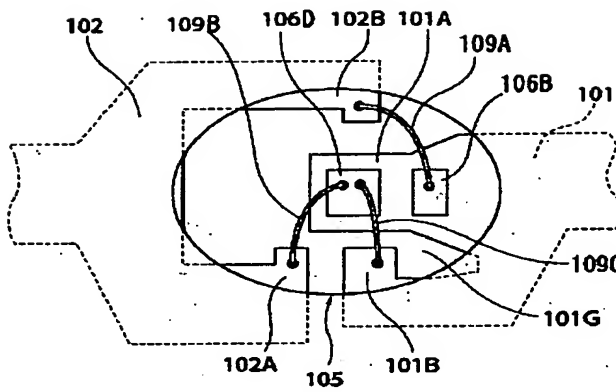
【図14】



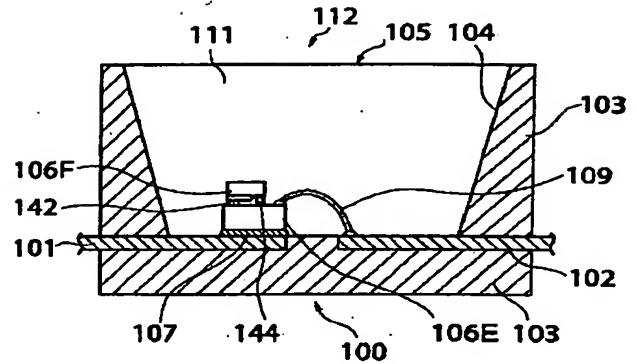
【図15】



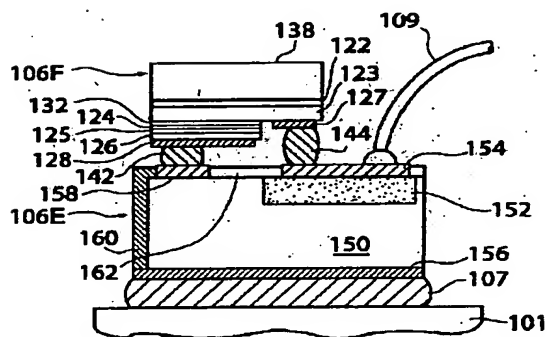
【図16】



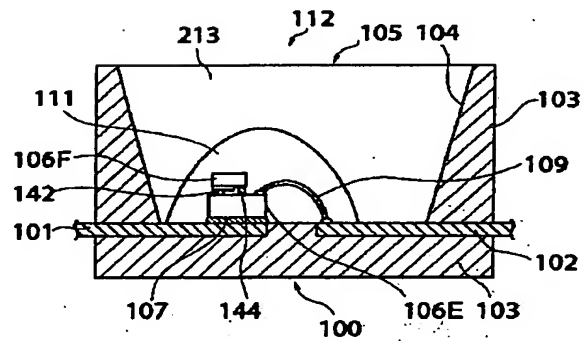
【図17】



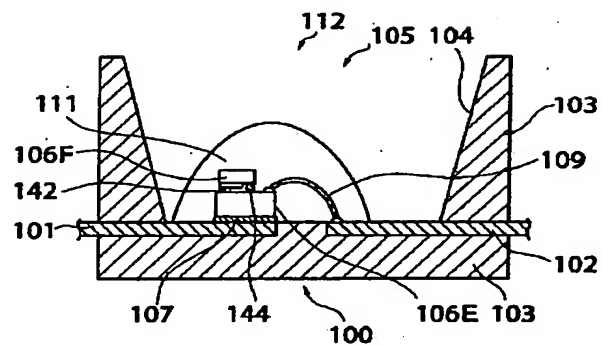
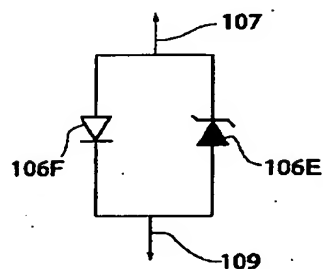
【图 18】



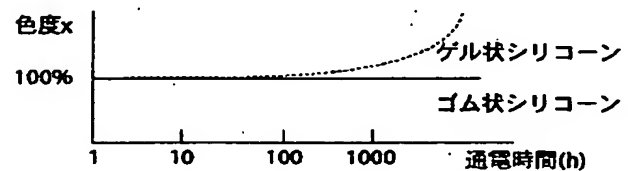
【図19】



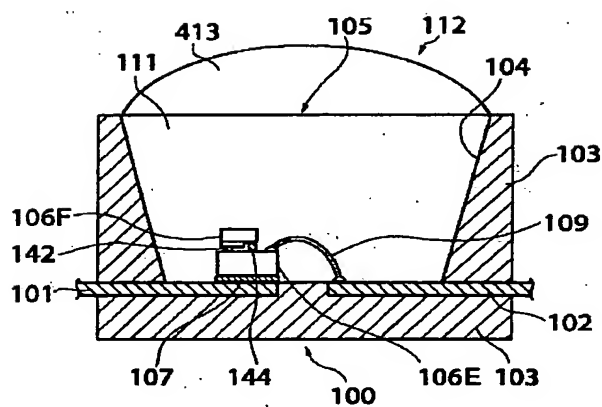
【図20】



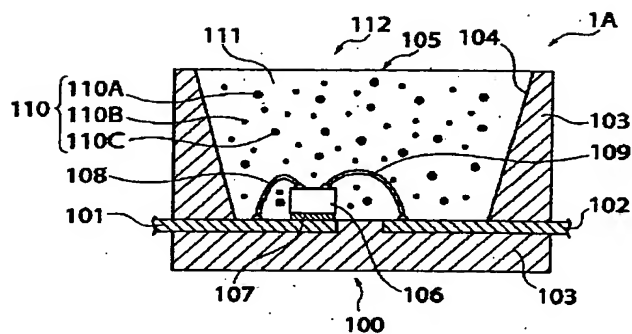
【図24】



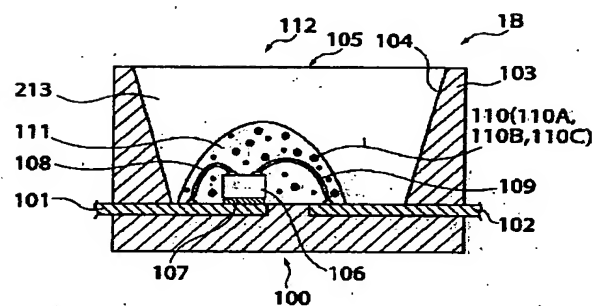
【図21】



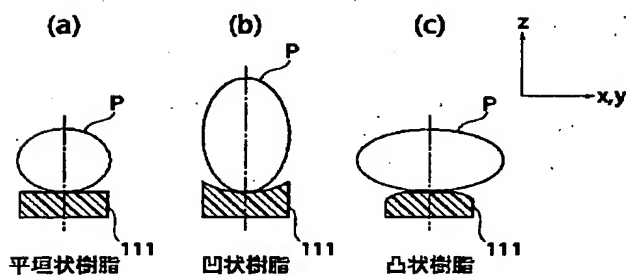
【图22】



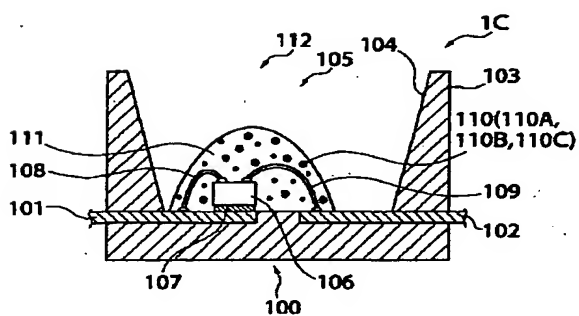
【图25】



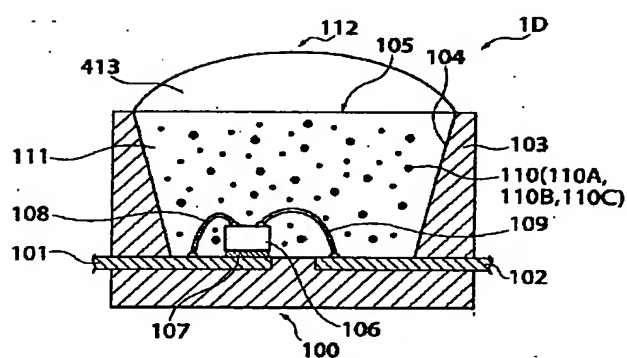
【图23】



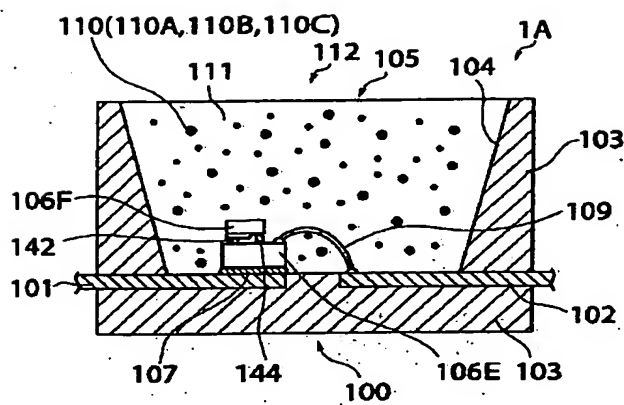
【图26】



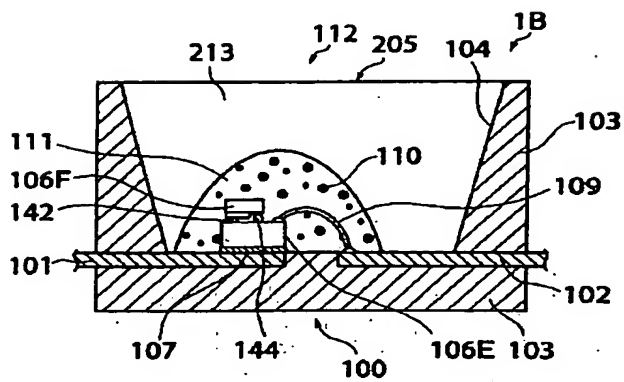
【图27】



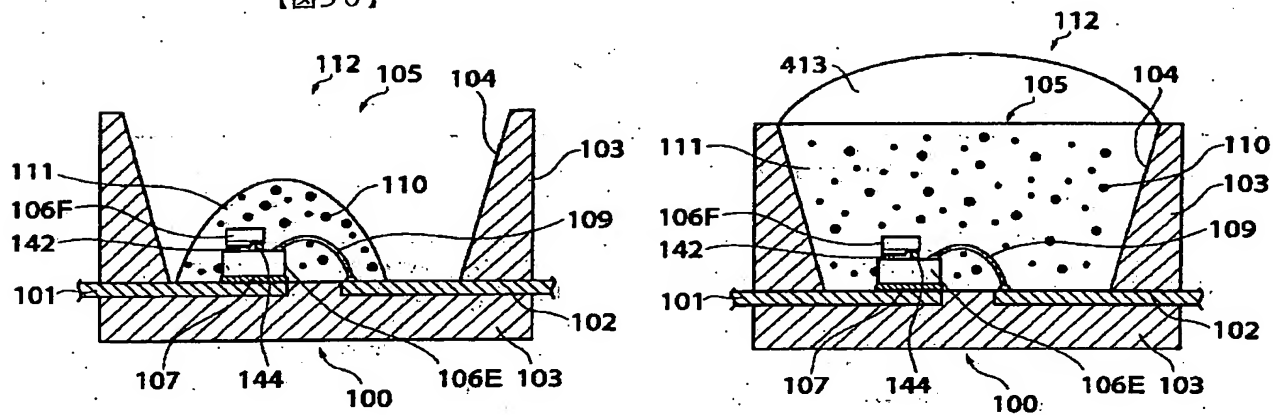
【図28】



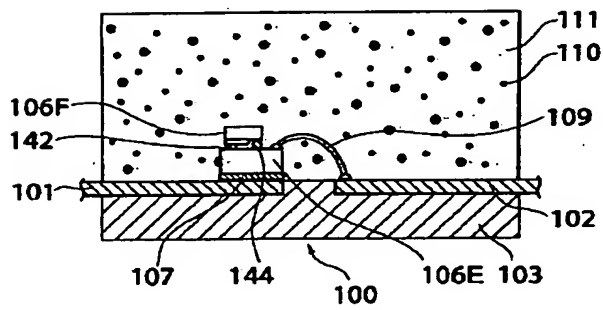
【图29】



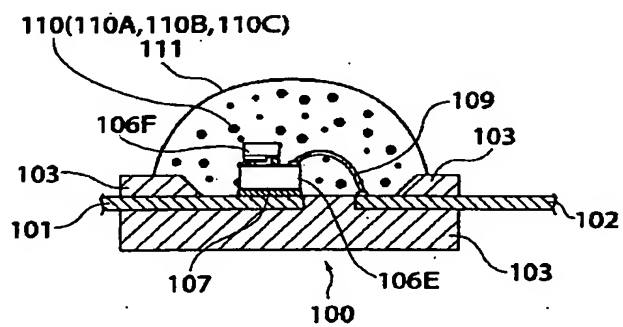
【図31】



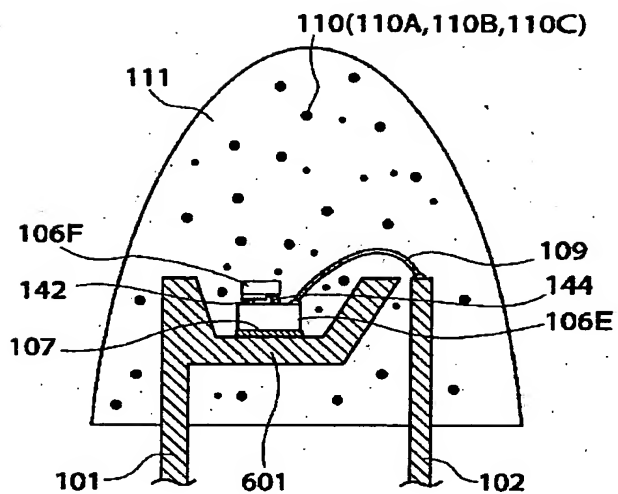
【図32】



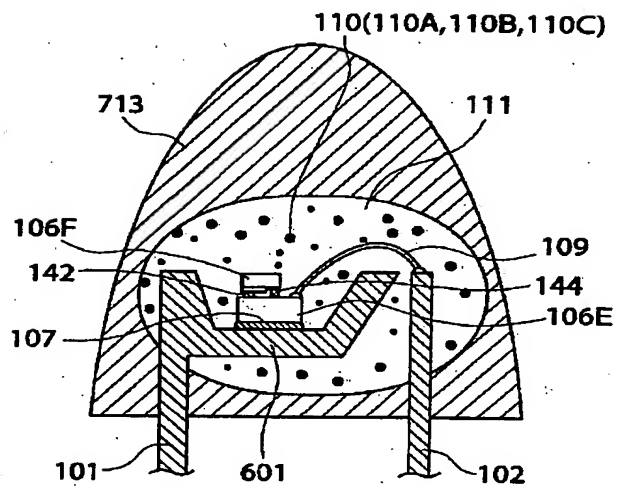
【図33】



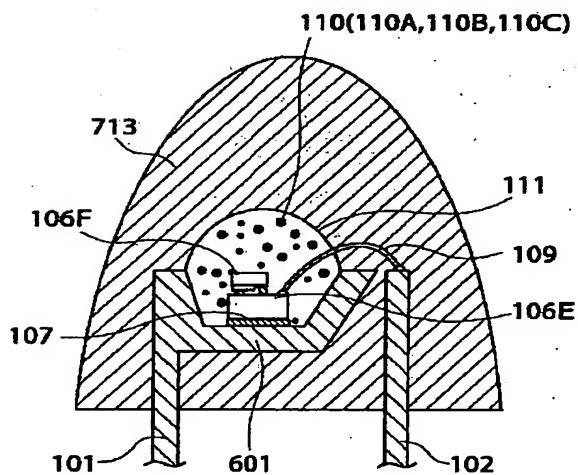
【図34】



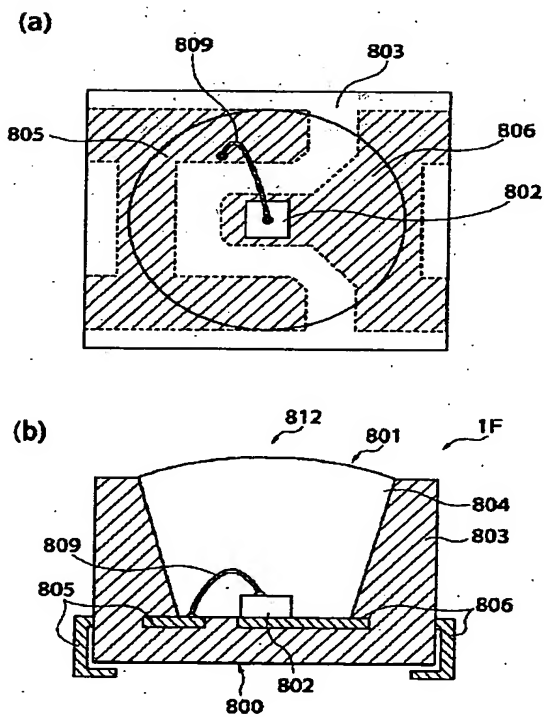
【図35】



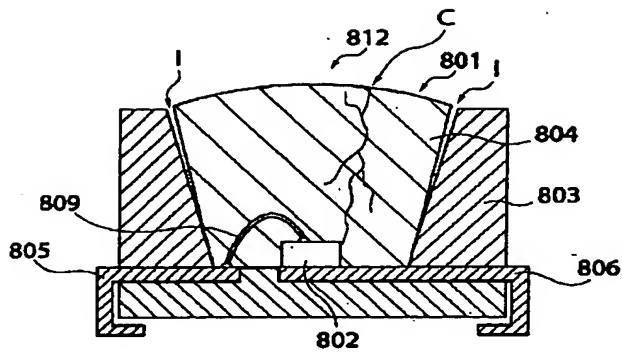
【図36】



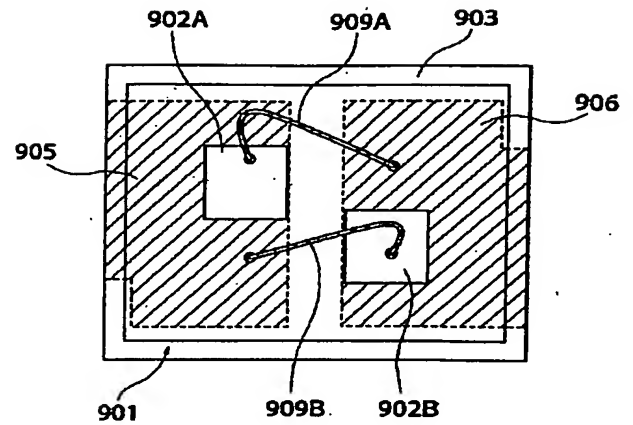
【図37】



【図38】



【図39】



フロントページの続き

(72)発明者 押尾 博明
福岡県北九州市小倉北区下町津1-10-1
株式会社東芝北九州工場内

(72)発明者 小松 健
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝マイクロエレクトロニクスセン
ター内

Fターム(参考) 4M109 AA01 CA05 DB10 DB15 EA10
EC11 EC15 EC20 GA01
5F041 AA43 AA44 DA07 DA12 DA17
DA18 DA45 DA83 DB01 DB09
EE25 FF01 FF11

THIS PAGE BLANK (USPTO)